

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the image display device using the optical deflection device into which the direction of light is changed with an electrical signal, and this optical deflection device.

[0002]

[Description of the Prior Art]

As an optical element which is an optical deflection component, conventionally  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (KDP), The big ingredient of the first electro-optical effects (Pockels effect), such as  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (ADP),  $\text{LiNbO}_3$  and  $\text{LiTaO}_3$ , GaAs, and CdTe, The electro-optics device using the big ingredient of the second electro-optical effects, such as KTN,  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{CS}_2$ , and a nitrobenzene, The acoustooptics device using ingredients, such as glass, a silica, and  $\text{TeO}_2$ , is known (for example,; edited one by Masaharu Aoki "an OPUTO electro nick device", Shokodo). In order for these to obtain the general sufficiently big amount of optical deflections, it is necessary to take the long optical path length and, and since the ingredient is expensive, the application is restricted.

[0003]

on the other hand, the optical deflection using a liquid crystal ingredient -- a component -- the various proposals also of the optical element are made, and when several of the examples are given, there is an example of a proposal as shown below.

[0004]

For example, according to JP,6-18940,A, the light beam shifter which consists of an artificial birefringent plate is proposed for the purpose of reducing loss of the light of an optical space switch. The light beam shifter whose liquid crystal layer has arranged mutually the transparence substrate of the rust form which goes away two sheets to the reverse sense in content, and was pinched between these transparence substrates, And the light beam shifter which connected said light beam shifter to the rear face of a matrix form deflection controlling element is proposed, combine, arrange mutually the transparence substrate of the rust form which goes away two sheets to the reverse sense, and matrix actuation is possible between these transparence substrates. The light beam shifter whose liquid crystal layer which carries out the half-cel shift of the incident light beam was pinched is half-cel \*\* carried out, and the light beam shifter which made multistage connection is proposed.

[0005]

Moreover, according to JP,9-133904,A, it is possible to acquire a big deflection, deflection effectiveness is high, and the optical deflection switch which can set a deflection angle and deflection distance as arbitration is proposed. It is the liquid crystal device equipped with the driving gear which is made to carry out opposite arrangement of the two transparence substrates at the predetermined spacing, performs vertical orientation processing to the field made to counter, encloses the ferroelectric liquid crystal of a smectic A phase between transparence substrates, is made to carry out vertical orientation to said transparence substrate, specifically arranges an electrode pair so that alternating current electric

field can be impressed to a smectic layer and parallel, and impresses alternating current electric field to an electrode pair. That is, it enables it to change the angle of refraction of the polarization which carries out incidence to a liquid crystal layer, and the direction to displace with the birefringences by the dip of a liquid crystal molecule using the \*\*\*\* effectiveness by the ferroelectric liquid crystal of a smectic A phase.

[0006]

In the example which used the optical deflection component for others, it can drive by the low battery to JP,5-204001,A, and the optical deflection equipment in which two-dimensional-izing and a miniaturization are possible is proposed. This holds the liquid crystal which has birefringence between the transparence substrates of a couple, and the serrate grid is formed at one side of this transparence substrate. Homogeneous orientation of the liquid crystal currently held is carried out in the direction of a marked line of a serrate grid, and the refractive index of either the major axis of liquid crystal or a minor axis is in agreement with the refractive index of the ingredient which forms a serrate grid. Incident light is a configuration with them. [ able for the 90 degrees of the polarization directions to be able to rotate and to change the direction of outgoing radiation light according to the polarization condition of incident light according to control of a deflection slewing gear, ] A thing [ \*\*\*\* ] which resembled this optical deflection equipment is indicated by JP,9-133931,A. This has two transparent substrates and the serrate grid is formed in one field of these substrates, respectively. These serrate grids have the same configuration and the same refractive index, are formed, they arrange those serrate grids so that an opposite direction may be turned to respectively, and they constitute optical deflection equipment.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

In the conventional technique mentioned above, as a principle which light deflects, it mainly originates in whenever [ to the birefringence of a liquid crystal ingredient and a component substrate / tilt-angle ], light is deflected, and the outgoing radiation light which passed the optical deflection component acquires the shift effectiveness in a light sensing portion. However, since the shift amount of the light [ whenever / incident angle / of an aim ] shifted changes when the incident ray has angular distribution, or when the lighting include angle of the illumination light is big, there is nonconformity that the beam of light and image light after a shift fade as a whole, and resolution deteriorates.

[0008]

The object of this invention is suppressing a gap of an optical shift amount.

[0009]

[Means for Solving the Problem]

The liquid crystal layer which can control a refractive index [ as opposed to / the optical deflection device of invention according to claim 1 is inserted between the transparent substrate of a couple and said substrate, and / incident light by electric field ], The orientation film to which it is prepared between said substrates and orientation of the liquid crystal molecule of said liquid crystal layer is carried out, It has the parallel refracting interface of the couple which makes include-angle  $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) to the plane of incidence of said substrate and by which while incidence of the light is carried out to the electrode of the couple which generates electric field to said liquid crystal layer was formed in said liquid crystal layer side of said substrate. The refraction section to which the parallel displacement of the optical path is carried out by making outgoing radiation light parallel to incident light in case you make it again refracted by said refracting interface of another side and it considers as outgoing radiation light after making incident light refracted by said one refracting interface, When the amount of parallel displacements of the optical path over the incident light which carries out incidence of the refractive-index change of a preparation and said liquid crystal molecule of said liquid crystal layer to incident light from [ of said plane of incidence ] a normal to said plane of incidence of one [  $\delta \tan$  and ] of said substrate is set to  $x$  [  $\mu\text{m}$  ] ( $x > 0$ ), Incident angle whenever [ over the normal of said plane of incidence of the incident light which carries out incidence to said plane of incidence of one of said substrate ]  $\alpha$  [deg],  
 $\alpha \leq |\theta + b|$

$$a = -0.7\delta_{\tan} + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

\*\*\*\*\* is filled.

[0010]

Therefore, the amount of gaps from the amount of parallel displacements of the target of the optical path which refracted and carried out the parallel displacement by the refracting interface of a couple is stopped within 10% of the target amount of parallel displacements.

[0011]

The liquid crystal layer which can control a refractive index [ as opposed to / the optical deflection device of invention according to claim 2 is inserted between the transparent substrate of a couple and said substrate, and / incident light by electric field ], The orientation film to which it is prepared between said substrates and orientation of the liquid crystal molecule of said liquid crystal layer is carried out, It has the parallel refracting interface of the couple which makes include-angle theta [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) to the plane of incidence of said substrate and by which while incidence of the light is carried out to the electrode of the couple which generates electric field to said liquid crystal layer was formed in said liquid crystal layer side of said substrate. The refraction section to which the parallel displacement of the optical path is carried out by making outgoing radiation light parallel to incident light in case you make it again refracted by said refracting interface of another side and it considers as outgoing radiation light after making incident light refracted by said one refracting interface, Whenever [ over the normal of said plane of incidence of the incident light which carries out incidence to said plane of incidence of one of said substrate / preparation and incident angle ]  $\alpha$  [deg], When the amount of parallel displacements of the optical path over the incident light which carries out incidence of the refractive-index change of said liquid crystal molecule of said liquid crystal layer to incident light from [ of said plane of incidence ] a normal to said plane of incidence of one [  $\delta_{\tan}$  and ] of said substrate is set to  $x$  [  $\mu\text{m}$  ] ( $x > 0$ ), said include angle theta,

$$\theta \leq -(\alpha + b)/a$$

$$a = -0.7\delta_{\tan} + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

\*\*\*\*\* is filled.

[0012]

Therefore, the amount of gaps from the amount of parallel displacements of the target of the optical path which refracted and carried out the parallel displacement by the refracting interface of a couple is stopped within 10% of the target amount of parallel displacements.

[0013]

In the optical deflection device according to claim 1 or 2, said liquid crystal layer is formed for invention according to claim 3 with the surface passivation ferroelectric liquid crystal.

[0014]

Therefore, since the ferroelectric liquid crystal has spontaneous polarization, driving force produces it by electric field.

[0015]

Invention according to claim 4 is formed for said liquid crystal layer in the optical deflection device according to claim 1 or 2 according to the frequency with 2 cycle actuation liquid crystal from which a dielectric anisotropy changes to forward or negative.

[0016]

Therefore, it is possible to control the orientation condition of liquid crystal by changing a frequency.

[0017]

In the optical deflection device according to claim 1 or 2, said liquid crystal layer is formed for invention according to claim 5 of the polymer dispersed liquid crystal.

[0018]

Therefore, it is possible to be able to control the birefringence of liquid crystal by armature-voltage control, and to shift a non-deviated light. Moreover, it is possible to control the orientation of liquid

crystal by restraining force of a macromolecule.

[0019]

The image display component for which the image display device of invention according to claim 6 arranged two or more controllable pixels for light two-dimensional according to image information, The light source which illuminates this image display component, and the optical member for observing the image pattern displayed on said image display component, The optical deflection device according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 arranged on the optical path between said image display components and said optical members, Said optical deflection device is driven and it has the optical-path deflection control means which divided the image field in time and which deflects the optical path between said image display components and said optical members for two or more subfields of every.

[0020]

Therefore, the image pattern in the condition that the display position has shifted according to the deflection of the optical path for two or more subfields of every which divided the image field in time with the optical deflection device is displayed, and the apparent number of pixels of an image display component carries out multiplication, and is displayed. Moreover, it becomes it is possible to suppress a gap of the optical-path movement magnitude in an optical deflection device few, and possible by using an optical deflection device according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 to suppress degradation of the display image by the lap of the pixel by gap of optical-path movement magnitude etc.

[0021]

[Embodiment of the Invention]

The gestalt of 1 operation of the optical deflection device of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 10. Drawing 1 is the sectional view showing the gestalt of 1 operation of an optical deflection device. As shown in drawing 1, the optical deflection device 1 makes two optical deflection component 2a and 2b arrange on the Mitsuyuki line writing direction, is constituted, and carries out the parallel displacement (it is henceforth called a parallel shift) of the optical path.

[0022]

The basic configuration and the optical deflection principle of operation of the optical deflection component 2 (2a, 2b) are explained based on drawing 2 and drawing 3. The sectional view which drawing 2 combines the optical deflection component 2 with the elements on larger scale, and is shown, and drawing 3 expand and show a part of optical deflection component 2, and the sectional view according [ (a) ] to XZ side and (b) are the A'-A line sectional views in (a).

[0023]

As the optical deflection component 2 is shown in drawing 2 An optical deflection armature-voltage control means to change the electrical-potential-difference impression condition to the transparent substrates 3 and 4 of a couple, these substrates 3, the electrodes 6 and 7 of the transparent couple which it is inserted [ couple ] among four and generates electric field to the liquid crystal layer 5 which can control an orientation condition, and the liquid crystal layer 5 by electric field, and electrodes 6 and 7 (not shown), It has the orientation film (not shown) formed in the front face by the side of the liquid crystal layer 5 of substrates 3 and 4.

[0024]

The sawtooth part 8 of a serration configuration is formed in the liquid crystal layer 5 side of one substrate 3. The sawtooth part 8 has the refracting interface 10 to which the light by which outgoing radiation was carried out makes include-angle theta [deg] (it is henceforth called whenever [ tilt-angle / theta ]) from the light source (not shown) to the plane of incidence 9 of the substrate 3 by which incidence is carried out. Here, let the refracting interfaces 10 of optical deflection component 2a and 2b be refracting interfaces 10a and 10b, respectively. There is a thing of etching a glass substrate or processing transparence plastic material with injection molding etc. as the formation approach of this sawtooth part 8. Although the configuration of the serration formed and especially the number of arrays are not limited, it is formed so that it may become in the desired amount of deflections, and the deflection direction.

[0025]

The liquid crystal layer 5 is formed with the surface passivation ferroelectric liquid crystal. This liquid crystal consists of a chiral smectic C phase by which homogeneous orientation was carried out. In addition, you may be a pneumatic liquid crystal that what is necessary is just that from which the orientation condition of liquid crystal changes and a refractive index changes with electric-field impression conditions in connection with it as liquid crystal. And it considers as the configuration to which electric field are impressed in the direction of spontaneous polarization which intersects perpendicularly with the liquid crystalline director which is carrying out homogeneous orientation in the liquid crystal layer 5 more, i.e., the direction of a liquid crystalline director, by impressing an electrical potential difference to the electrodes 6 and 7 of a couple.

[0026]

Here, change of the orientation condition of the liquid crystal in the optical deflection component 2 is explained based on drawing 3. As shown in drawing 3, corresponding to the direction of electric field from electrodes 6 and 7, orientation of the liquid crystalline director is carried out to a 2-way (the 1st orientation condition and 2nd orientation condition). In the optical deflection component 2 of such a configuration, it is regulating in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross as the orientation of liquid crystal is shown in drawing 3 (b), and it becomes possible to deflect incident light efficiently. Namely, when operating incident light and carrying out incidence to this optical deflection component 2 so that the direction of the linearly polarized light of incident light may turn into Y shaft orientations in drawing 3, When [ a liquid crystalline director turns / when / to Z shaft orientations (1st orientation condition) ] electric field are impressed with 6 or 7 pairs of electrodes like, when the refractive index of liquid crystal and the refractive index of the substrates 3 and 4 which pinch liquid crystal are equal, in such the condition, incident light is served as Tsunemitsu, and it passes as it is, without deviating. When the refractive indexes of the substrates 3 and 4 which pinch the refractive index of liquid crystal and liquid crystal in such the condition when [ which turns to the direction where the electric-field impression direction is reversed and it and a liquid crystalline director cross at right angles on the other hand (2nd orientation condition) ] it is made like differ, incident light is served as an abnormality light and deflected by the refractive-index difference with an interface.

[0027]

In order to regulate the orientation of liquid crystal in the direction which intersects perpendicularly, rubbing processing is performed in the direction corresponding to liquid crystal orientation to the orientation film formed in the front face of both the substrates 3 and 4, and the direction of a liquid crystalline director is strongly regulated by the sense for which it depended in the direction of rubbing. The usual orientation film, such as polyimide used for TN liquid crystal, STN LCD, etc., can be used for orientation processing. Moreover, it is desirable to perform rubbing processing and optical orientation processing.

[0028]

Outgoing radiation light [ as opposed to incident light in the description of such an optical deflection component 2 of a configuration ] is the point which can be rotated by control of a liquid crystalline director. Therefore, the desired amount of deflections can be obtained by choosing appropriately the distance of the optical deflection component 2 and a light sensing portion concerned.

[0029]

The optical deflection device 1 is arranged so that the refracting interfaces 10a and 10b with mutual such optical deflection component 2a and 2b may be parallel, and in case you make it again refracted by refracting interface 10b and it considers as outgoing radiation light after making incident light refracted by refracting interface 10a, it is considered as the configuration which carries out the parallel shift of the optical path by making outgoing radiation light parallel to incident light. Here, the refracting interfaces 10a and 10b of optical deflection component 2a and 2b function as a refracting interface of an parallel couple mutually here, and the refraction section 11 is constituted by these refracting interfaces 10a and 10b. And in the optical deflection device 1, a required optical-path shift amount (the amount of deflections) can be obtained, maintaining incident light and outgoing radiation light at parallel by choosing appropriately the distance L1 between optical deflection component 2a and 2b. By this, an

optical-path shift amount can be easily adjusted from the outside, and the optical deflection device 1 excellent in convenience can be constituted. Moreover, as long as the amount of optical deflections is fixed, as shown in drawing 4, the two-layer liquid crystal layers 5a and 5b may be formed in one optical deflection device 13 through the medium substrate 12 of thickness L2.

[0030]

When asking for the travelling direction of the light in the configuration of the optical deflection component 2 as shown in drawing 2, strictly, both direction of the liquid crystalline director to an incident light travelling direction and refractive indexes  $n_o$  and  $n_e$  of liquid crystal are asked for the refractive index in each direction based on an index ellipsoid, and the direction of an optical deflection is searched for based on it. However, if it assumes that it is that from which the refractive index  $n_o$  and refractive index  $n_e$  of liquid crystal change according to the orientation condition of liquid crystal simply here, and it assumes that a Snell's law is followed as shown in drawing 5, it is possible to search for the direction of an optical deflection (for it to be henceforth called an optical deflection angle). Substrates 3 and 4 are arranged so that the angle on which the normal of psi 1 and a back side interface makes [ the angle (= whenever / tilt-angle / theta /) which sets the refractive index of  $n_e$  and the of a minor axis to  $n_o$ , and the direction of a normal of the near-side interface of liquid crystal makes with the direction of an optical deflection to the Mitsuyuki line writing direction ] the refractive index of the direction of a major axis of liquid crystal with the direction of incident light may become 0 degree now. Moreover, the optical member (substrates 3 and 4) which touches liquid crystal chooses the thing of a refractive index  $n_o$ . The optical deflection angle psi 2 from [ in a near-side liquid crystal interface ] an interface normal is by the Snell's law,

$$\sin \psi_2 = (n_o / n_e) \sin \psi_1$$

The optical deflection angle psi 3 from [ of the substrate 4 of the beam of light which can be found more and carries out incidence to a substrate 4 ] a normal,

$$\psi_3 = \psi_1 - \psi_2$$

The optical deflection angle psi 4 within the substrate 4 of the beam of light which carried out incidence to the substrate 4,

$$\sin \psi_4 = (n_e / n_o) \sin \psi_3$$

It can be found more.

[0031]

Moreover, thickness L2 required [ as shown in drawing 4, when forming the medium substrate 12, performing the parallel shift of an optical path and thickness of the medium substrate 12 is set to L2 ] in order to obtain the optical-path shift amount  $x_{\text{mum}}$ ,

$$L2 \text{ and } \tan \psi_4 = x \text{ (micrometer),}$$

$$L2 = x / \tan \psi_4 \text{ (micrometer)}$$

It becomes.

[0032]

Thus, the direction of an optical deflection mainly originates in the refractive-index anisotropy of theta and liquid crystal whenever [ tilt-angle / of the refracting interface 10 of a substrate 3 ], it changes, and the amount of optical deflections can be adjusted with the distance to a light-receiving side or the thickness of the liquid crystal layer 5, the thickness of substrates 3 and 4, etc.

[0033]

So that the desired optical-path shift amount  $x$  may be obtained, when performing the parallel shift of an optical path Whenever [ tilt-angle / of a sawtooth part 8 / theta ] Specify effectual refractive-index change  $\Delta n$  of a liquid crystal molecule, and  $\alpha$  is changed whenever [ incident angle / of the light from / to the optical deflection component 2 / plane-of-incidence 9 normal ]. When the optical-path shift amount  $x$  which is the amount of parallel displacements of an optical path was computed with the Snell's law, as shown in drawing 6, the gap arose in the optical-path shift amount  $x$  by  $\alpha$  whenever [ incident angle / of light ]. Here,  $\alpha$  is an include angle to the normal of the plane of incidence 9 of the incident light which carries out incidence to the plane of incidence 9 of a substrate 3 whenever [ incident angle ]. Moreover,  $\alpha$  shall show the component which contributes to a substantial optical

deflection whenever [ incident angle / of light ], and the dispersion component of the source of incident light, an outdoor daylight component, etc. shall not be included.

[0034]

A model as shows this to drawing 7 explains. This model is the optical deflection device 14 which consists of two liquid crystal layers 5 pinched between the transparent substrates 3a and 4a of a couple, these substrates 3a, medium substrate 12a arranged among 4a, and Substrates 3a and 4a and medium substrate 12a. The sawtooth part 8 is formed in the field which counters the substrates 3a and 4a of medium substrate 12a, and this optical deflection device 14 has the same function as the optical deflection device 1.

[0035]

Using this optical deflection device 14, light is irradiated through opening 15 to the optical deflection component 2, and the optical-path shift amount  $x$  is observed by that line profile. The luminous-intensity distribution irradiated at this time shall have uniform intensity distribution ideally. First, at the time of  $\alpha = 0$ , as shown in drawing 7 (a), an optical path shifts only the optical-path shift amount  $x$  of an aim whenever [ incident angle / of light ]. However, as shown in drawing 7 (b), when  $\alpha$  is  $\alpha_1$  whenever [ incident angle / of the light of the illumination light ], the optical-path shift amount  $x$  of the deflected light shifts  $x_1$  compared with the optical-path shift amount  $x$  of an aim. Moreover, when  $\alpha$  is  $\alpha_2 (> \alpha_1)$  whenever [ incident angle / of the light of the illumination light ], as shown in drawing 7 (c), the optical-path shift amount  $x$  of the deflected light shifts  $x_2 (> x_1)$  compared with the optical-path shift amount  $x$  of an aim. A gap of such a shift amount causes contrast lowering at a light sensing portion side. It is [ that what is necessary is just extent which is satisfactory in check by looking as a gap of an optical-path shift amount ] desirable to stop within 10% of the shift amount of an aim.

[0036]

Then, whenever [ incident angle / of such a light ], investigate the relation between  $\alpha$  and the optical-path shift amount  $x$  by  $\theta$  whenever [ tilt-angle ] to be shown in drawing 6, and when you investigate [ whenever / tilt-angle / to which the gap from the optical-path shift amount  $x$  of an aim becomes 10% of the optical-path shift amount of an aim from the result shown in this drawing 6 ] relation with  $\alpha$  whenever [ incident angle / of  $\theta$  and light ], be shown in drawing 8,

$\alpha = a\theta + b$

\*\* -- relation [ like ] was suited. Inclination  $a$  of a before type is related to effectual refractive-index change  $\Delta n$  of a liquid crystal molecule, as shown in drawing 9,

$a = -0.7\Delta n + 0.35$

The relational expression to say is realized. Moreover, as Intercept  $b$  is shown in drawing 10, it is related to the optical-path shift amount  $x$ ,

$b = (11.6/x) - 19$

The relational expression to say was realized. Then, it is  $\alpha$  whenever [ incident angle / of light ],  $\alpha \leq |a\theta + b|$  Formula (1)

$a = -0.7\Delta n + 0.35$

$b = (11.6/x) - 19$

\*\*\*\*\* -- by things, a gap of the optical-path shift amount  $x$  can be suppressed within 10% of the optical-path shift amount  $x$  of an aim.

[0037]

Moreover, it is  $\theta$  whenever [ tilt-angle ] similarly,

$\theta \leq -(\alpha + b)/a$  Formula (2)

$a = -0.7\Delta n + 0.35$

$b = (11.6/x) - 19$

\*\*\*\*\* -- by things, a gap of the optical-path shift amount  $x$  can be suppressed within 10% of the optical-path shift amount  $x$  of an aim. Each part is set up so that the optical deflection devices 1 and 13 of the gestalt of this operation may fill a formula (1) and a formula (2).

[0038]

By such configuration, the optical deflection devices 1 and 13 of the gestalt of this operation can

suppress a gap of the optical-path shift amount  $x$  within 10% of the optical-path shift amount  $x$  of an aim.

[0039]

Moreover, since the liquid crystal layer 5 is formed with the surface passivation ferroelectric liquid crystal, a high-speed response can be enabled. As a factor of a high-speed response, since the ferroelectric liquid crystal has spontaneous polarization, driving force generates it by electric field. Moreover, for acquiring a good orientation condition, it is necessary to make the gap of the optical deflection component 2 small, and field strength becomes large on a fixed electrical potential difference, and this also becomes the factor which obtains a quick speed of response. In order to acquire a good orientation condition, as for the gap of the optical deflection component 2, it is desirable that it is below the pitch of a liquid crystal ingredient. When using a smectic C phase for a deflection operation which was mentioned above here, either a bistability mold or a monostable mold is OK as a ferroelectric liquid crystal, and it just takes binary according to an orientation condition (refractive-index change should just take place to the linearly polarized light which carries out incidence). Moreover, a cone angle has a desirable direction near 90 degrees from deflection effectiveness. When a cone angle is small, deflection light turns into elliptically polarized light, and contrast falls. Therefore, in order to cut unnecessary light, it is desirable to put a polarizing plate into an outgoing radiation side.

[0040]

In addition, although the light source arranged as an outgoing radiation means so that a formula (1) and a formula (2) may be filled was explained to the example, you may be the member which does not restrict to this, and leads the light by which outgoing radiation was carried out from the light source to the optical deflection component 2 as an outgoing radiation means, for example so that a formula (1) and a formula (2) may be filled.

[0041]

Next, the 1st modification of the gestalt of this operation is explained. As for this modification, the liquid crystal layer 5 is formed corresponding to the frequency with 2 cycle actuation liquid crystal from which a dielectric anisotropy changes to forward or negative. For example, if a dielectric constant anisotropy impresses electric field with the electrical potential difference of a forward frequency to liquid crystal and the major axis of a liquid crystal molecule will impress electric field in the direction of electric field with the electrical potential difference of a frequency negative in a dielectric anisotropy to the sense and liquid crystal, the minor axis of a liquid crystal molecule will be suitable in the direction electric field. The orientation condition of liquid crystal changes with 2 frequencies by using an ingredient with such a property. If it has such a description as a liquid crystal ingredient, any liquid crystal, such as cyano \*\*, a fluorine system, and a chlorine system, can be used. The frequency of an input signal may be set as whichever at first. Since this liquid crystal is changing the orientation condition of liquid crystal by electric restraining force, a speed of response becomes quick. Moreover, when performing such actuation, the orientation of a liquid crystal molecule hardly contributes to rubbing. Therefore, rubbing processing and an initial orientation electrode become unnecessary, and effectiveness that component production can be simplified can also be desired.

[0042]

Next, the 2nd modification of the gestalt of this operation is explained. This modification is formed of the polymer dispersed liquid crystal to which the liquid crystal layer 5 has the liquid crystal / macromolecule complex (it is hereafter described as liquid crystal / macromolecule complex) which carried out distributed maintenance of the liquid crystal ingredient in a macromolecule matrix. If it is the same as that of the above-mentioned and the refractive index of liquid crystal / macromolecule complex changes, a deflection angle will change, namely, an optical path will shift the deflection theory. Liquid crystal / macromolecule complex has the description that a refractive index can be changed at high speed, without being dependent on the polarization condition of incident light, when impressing electric field vertically to an optical path. There are what joined the minute capsule which included the liquid crystal ingredient with the giant-molecule coat, for example as liquid crystal / giant-molecule complex using binder resin, the so-called giant-molecule distribution liquid crystal to which phase separation of



the liquid crystal ingredient was carried out from the mixture of a liquid crystal ingredient and polymeric materials (or the precursor). Anyway, the structure becomes what distributed liquid crystal drop let in the macromolecule matrix, and the speed of response becomes quick as it makes small particle size of liquid crystal drop let. Dispersion decreases [ making it especially the particle size below wavelength extent of incident light ], and light transmittance becomes high, namely, it is desirable from optical loss becoming remarkably small.

[0043]

Next, the gestalt of 1 operation of the image display device of this invention is explained based on drawing 11 thru/or drawing 13 . The side elevation in which drawing 11 shows roughly the gestalt of 1 operation of the image display device of this invention, the perspective view which drawing 12 omits a part of image display device, and is shown, and drawing 12 are the explanatory views explaining the pixel multiplication on the appearance by the image display device. In addition, the same as that of the gestalt of operation mentioned above or a corresponding part is shown using the same sign, and also omits explanation.

[0044]

As shown in drawing 11 , an image display device 21 is equipped with the light source 22, a lighting system 23, the image display component 24, the cutback optical element 25, the optical deflection device 26, the projector lens 27 as an optical member, a screen 28, etc., and is arranged in order on the path (optical path) of light in which they are emitted from the light source 22. Furthermore, the image display device 21 is equipped with the image display control circuit 32 for controlling the image-display-device 21 whole including the light source driving means 29 for driving the light source 22, the display driving means 30 which drives the image display component 24, optical deflection armature-voltage control means 31 which are optical-path deflection control means to drive the optical deflection device 26 and these light source driving means 29, the display driving means 30, the optical deflection armature-voltage control means 31, etc.

[0045]

It can use, no matter it may be what class and light source of a mold, if it is white or the thing which can carry out ON/OFF of the light of the color of arbitration to a high speed as the light source 22. For example, what combined the shutter with an LED lamp, the laser light source, and the white source of a lamp light can be used. With the gestalt of this operation, the white lamp is used as the light source 22.

[0046]

A lighting system 23 irradiates at homogeneity the light by which outgoing radiation was carried out from the light source 22 for the image display component 24, and consists of a fly eye lens (not shown), a diffusion plate 33, a condensing lens 34, etc.

[0047]

The image display component 24 carries out space light modulation of the image field based on image information for two or more images field of every divided in time, and carries out outgoing radiation of the homogeneity illumination light which carried out incidence from the lighting system 23 as an image light. As an image display component 24, a transparency mold liquid crystal light valve, a high-reflective-liquid-crystal light valve, a DMD component, etc. can be used, and the transparency mold liquid crystal light valve which combined the light filter is used with the gestalt of this operation.

[0048]

The cutback optical element 25 reduces the display pixel of the image display component 24 which consists of a transparency mold liquid crystal light valve, and consists of a micro lens, a collimate lens, etc. As for the amount of cutbacks, it is desirable that it is 1 for an integer of a pixel pitch.

[0049]

The optical deflection device 26 deflects image light by which outgoing radiation is carried out from the image display component 24 (shift), and it carries out outgoing radiation, using it as a deflection image. As an optical deflection device 26, the optical deflection devices 1 and 13 which were mentioned above are used. The serration configuration of the optical deflection device 26 is formed in the longitudinal direction of space in the shape of an array, as shown in drawing 12 . Thereby, the light which carried out

outgoing radiation of the image display component 24 can shift the light by which incidence was carried out to space from the image display component 24 in the case of the linearly polarized light of the vertical direction to the longitudinal direction of space. According to the shift amount of the optical path by this optical deflection device 26, the image display location on which it is projected on a screen 28 is shifted, it can consider as the number of pixels which carried out multiplication of the actual number of pixels of the image display component 24 seemingly, and image display can be carried out.

[0050]

Each part of an image display device 21 is arranged so that the formula (1) in the gestalt of operation mentioned above and a formula (2) may be filled with the gestalt of this operation here.

[0051]

Actuation of such an image display device 21 is explained. The light by which outgoing radiation was carried out turns into illumination light equalized with the diffusion plate 33 from the light source 22 controlled by the light source driving means 29, and the image display component 24 currently controlled by the display driving means 30 which operates with a condensing lens 34 synchronizing with the light source driving means 29 is illuminated critically. Incidence of the illumination light in which space light modulation was carried out by the image display component 24 and which passed the cutback optical element 25 is carried out to the optical deflection device 26 as an image light. As a deflection image light, after the outgoing radiation light by which outgoing radiation was carried out from the optical deflection device 26 is expanded with a projector lens 27, it is projected on it by the screen 28. That is, by controlling the applied voltage to the optical deflection device 26 arranged at the screen 28 side of the image display component 24 by the optical deflection armature-voltage control means 31, outgoing radiation of the image light is carried out as a deflection image light from which only the distance of arbitration was shifted in the array direction of a pixel, and it is projected on it by the screen 28 through a projector lens 27. Here, the optical deflection device 26 is arranged in the defocusing location of the pixel displayed by the image display component 24, and, thereby, is made into the structure where resolution of a display image is not degraded.

[0052]

With the optical deflection armature-voltage control means 31, the optical deflection device 26 is synchronized with the image display component 24, and it drives, and as an optical path is shifted for two or more subfields of every which divided the image field in time and it is shown in drawing 3 by displaying the image pattern in the condition that the display position has shifted, multiplication of the apparent number of pixels of the image display component 24 is carried out, and it is displayed here. Thereby, the good image of contrast can be expressed as the high definition more than the resolution of the used image display component 24.

[0053]

Here, as for a shift amount, it is desirable that it is 1 for an integer of a pixel pitch like the amount of cutbacks, and when a shift amount and the amount of cutbacks are equal, the shifted pixel does not lap. Therefore, the pixel shift effectiveness does not drop resolution. Moreover, when a shift amount differs from the amount of cutbacks, the shifted pixel becomes the cause of lapping, or carrying out between pixels spreading etc., and dropping resolution, but if it is extent which does not have a problem in a display image, a shift amount and the amount of cutbacks do not need to be equal.

[0054]

When performing twice as many image multiplication as this to the array direction of a pixel, the shift amount of the optical path of deflection image light is set to one half of pixel pitches, and when performing 3 times as many pixel multiplication as this to the array direction of a pixel, the shift amount of the optical path of deflection image light is set to one third of pixel pitches. Moreover, when a shift amount becomes large by the configuration of the optical deflection device 26, a shift amount and the amount of pixel cutbacks may be set as the distance of (1 for an integral multiple + integer) of a pixel pitch. In any case, the image display component 24 is driven with the picture signal of the subfield corresponding to the shift position of a pixel.

[0055]

Thus, since each part of an image display device 21 is arranged so that the image display device 21 of the gestalt of this operation may fill the formula (1) in the gestalt of operation mentioned above, and a formula (2), a gap of an optical-path shift amount becomes 10% or less, becomes highly minute in the longitudinal direction shift of a screen, and can suppress contrast lowering.

[0056]

In addition, although the gestalt of this operation is considered as the configuration which displays a color picture using the transparency mold liquid crystal light valve which combined the light filter as a white lamp and image display component 24 as the light source 22, it can express a full color image also as the field sequential method which illuminates the image display component 24 of the veneer with three-primary-colors light to time amount sequential. At this time, a time amount sequential three-primary-colors light may be generated as a generation method in three primary colors combining the source of a white lamp light, and a revolution light filter.

[0057]

[Example]

Next, the example of this invention is explained.

[0058]

[Example 1]

theta whenever [ tilt-angle / of the refracting interface 10 of the sawtooth part 8 to the plane of incidence 9 of a substrate 3 ] 1 degree, In the optical deflection device 13 which adjusted the thickness of the medium substrate 12 so that it might be referred to as 17 and 0.22 and the optical-path shift amount x might be set to 5 micrometers and in which an optical-path parallel shift is possible effectual refractive-index change  $\Delta n = 0.12$  of a liquid crystal molecule, and 0. -- The result of having asked for alpha from the degree type whenever [ incident angle / of the light illuminated from said conditions to this optical deflection device 13 ] is shown in a table 1.

$\alpha \leq |\theta + b|$

$a = -0.7\Delta n + 0.35$

$b = (11.6/x) - 19$

[0059]

[A table 1]

	$\Delta n = 0.12$	$\Delta n = 0.17$	$\Delta n = 0.22$
$\alpha [^\circ]$	16.41	16.45	16.49

[0060]

Moreover, the result of having calculated the optical-path shift amount x with the Snell's law is shown in a table 2.

[0061]

[A table 2]

	光路シフト量 $x$ ( $\mu\text{m}$ )		
$\alpha$ [ $^{\circ}$ ]	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
0	5	5	5
⋮	⋮	⋮	⋮
16	5.45	5.47	5.49
17	5.55	5.52	5.54
⋮	⋮	⋮	⋮

[0062]

The gap of the optical-path shift amount  $x$  of each  $\alpha$  is less than 16 degrees from a table 2 to  $x=5$  micrometers of optical-path shift amounts of an aim whenever [ incident angle / of less than 10% of illumination light ]. When the result and table 2 which were computed from a table 1 are compared, it turns out that, as for the calculation result of a table 1, the gap of the optical-path shift amount  $x$  fulfills less than 10% of conditions.

[0063]

[Example 2]

It is referred to as 17 and 0.22. whenever [ incident angle / of the incident light of the light illuminated to the optical deflection component 2 ] --  $\alpha$  -- effectual refractive-index change  $\Delta n=0.12$  of 16 degrees and a liquid crystal molecule, and 0. -- In the optical deflection device 13 which adjusted the thickness of the medium substrate 12 so that the optical-path shift amount  $x$  might be set to 5 micrometers and in which an optical-path parallel shift is possible, the result of having asked for  $\theta^{**}$  from the degree type from said conditions whenever [ tilt-angle / of the refracting interface 10 to the plane of incidence 9 of the substrate 3 of this optical deflection device 13 ] is shown in a table 3.

$\theta \leq -(\alpha + b)/a$

$a = -0.7\Delta n + 0.35$

$b = (11.6/x) - 19$

[0064]

[A table 3]

	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
$\theta$ [ $^{\circ}$ ]	2.56	2.94	3.47

[0065]

Moreover, the result of having calculated the optical-path shift amount  $x$  with the Snell's law is shown in a table 4.

[0066]

[A table 4]

$\theta$ [°]	光路シフト量 $x$ ( $\mu\text{m}$ )		
	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
1	5.45	5.47	5.49
⋮	⋮	⋮	⋮
3	5.47	5.49	5.50
5	5.51	5.52	5.53
⋮	⋮	⋮	⋮

[0067]

The gap of the optical-path shift amount  $x$  of each theta is less than 3 degrees from a table 3 to  $x=5$  micrometers of optical-path shift amounts of an aim whenever [ tilt-angle / of less than 10% of refracting interface 10 ]. When the result and table 4 which were computed from a table 3 are compared, it turns out that, as for the calculation result of a table 3, the gap of the optical-path shift amount  $x$  fulfills less than 10% of conditions.

[0068]

[Example 3]

After carrying out dry etching of magnitude 3cmx3cm and the quartz-glass substrate 3 with a thickness of 1mm and forming in 1cmx1cm area the sawtooth part whose theta is about 0.5 degrees and pitch 100micrometer whenever [ tilt-angle ], the spatter of the ITO was carried out to the sawtooth part 8 at the thickness of 2000A. Next, the polyimide orientation agent AL 3046 (product made from JSR) was applied to the thickness of about 800A, and orientation processing was performed by the rubbing method on conditions which the stable direction of the homogeneous direction consists the front face of the substrate 3 of in the direction vertical to the dip direction of a ramp. It stuck using the adhesives which mixed the bead so that a part with the small thickness of the liquid crystal layer 5 might be set to 1.5 micrometers by using the glass substrate with ITO of a smooth field as a substrate 4. Where substrates 3 and 4 are heated at 90 degrees C, the ferroelectric liquid crystal (Clariant make R5002) was poured in between two substrates 3 and 4 so that a direction of grouting might meet a sawtooth part 8 by the capillary tube method, from 70 degrees C to 55 degrees C were closed after cooling, where the seal of approval of the direct current voltage of 20v/micrometer is carried out, and the optical deflection component 2 was produced.

[0069]

When the electrical potential difference was impressed and the speed of response was measured so that field strength might become this optical deflection component 2 in micrometer and 10v / , the speed of response of 0.4msec was obtained. This obtained one third of speed of responses compared with the case where a nematic liquid crystal (Merck ZLI- 2471) is used as a liquid crystal ingredient.

[0070]

[Example 4]

A pneumatic liquid crystal (Merck make BL24) is dissolved in an ultraviolet-rays hardenability prepolymer (Norland NOA81) as a liquid crystal ingredient (45% of liquid crystal weight concentration). Using what irradiated ultraviolet rays (400 mW/cm<sup>2</sup>) (the mean diameter of liquid crystal drop let is about 60nm), the cel gap was adjusted using the adhesives which mixed the bead so

that the small part of liquid crystal layer 5 thickness might be set to 3 micrometers, and the optical deflection component 2 was produced like the example 3.

[0071]

The electrical potential difference was impressed and the speed of response was measured so that field strength might become this optical deflection component 2 in micrometer and 13v /. The magnitude of the liquid crystal drop let in macromolecule distribution liquid crystal can be changed by changing the presentation of a prepolymer, the mixed concentration of liquid crystal, the ultraviolet-rays reinforcement at the time of hardening, etc. Here, drawing 14 shows the relation between liquid crystal drop let size and a speed of response. It became quick as, as for the speed of response, drop let size became small from drawing 14 , and a high-speed response called 0.01msec was realized.

[0072]

Moreover, when incidence of the non-deviated laser beam (helium-Ne laser: wavelength of 0.6328 micrometers) is carried out to the optical deflection component 2 as an optical deflection operation, while not impressing electric field, the deflection angle was 0.57 degrees, when the electrical potential difference (average field strength of 20v/micrometer) of 300V was impressed, angle of refraction was able to become 0.54 degrees, and the 0.03-degree optical-path deflection was able to be performed by turning on and off of electric field. Furthermore, even if it considers incident light as polarization using a polarizer and made the incidence of the polarization direction change and carry out in the various directions, the optical-path deflection was able to be performed like the case where incidence of the unpolarized light is carried out.

[0073]

[Example 5]

The image display device 21 was produced as follows. The poly-Si TFT liquid crystal panel of 0.9 inches of vertical angles XGA (1024x768 dots) was used as an image display component 24. Every direction of a pixel pitch is about 18 micrometers. The numerical aperture of a pixel is about 50%. Moreover, it considered as the configuration which prepares a micro-lens array and raises the rate of condensing of the illumination light to the light source 22 side of the image display component 24. The transparency mold liquid crystal light valve which prepared the light filter in each pixel front face performed color display, using a white lamp as the light source 22. Moreover, the cutback optical element 25 was constituted using the micro lens and the collimate lens, it installed immediately after the liquid crystal light valve, and alignment with a pixel location was adjusted.

[0074]

Here, as an optical deflection device 26, like drawing 15 , two optical deflection components 2 have been arranged so that each substrate 3 may counter, the optical deflection device 41 in which an optical-path parallel shift is possible was constituted, and it installed in the screen 28 side of the cutback optical element 25 using two optical deflection components 2 used in the example 3. Matching oil 42 was inserted between two optical deflection components 2, and this adjusted so that the optical-path shift amount  $x$  might be set to 9 micrometers. Moreover, as a result of setting the diffusion plate which has a thin diffusion layer by the outgoing radiation side of the light of this optical deflection device 41, expanding the diffused light in an outgoing radiation side and observing a display image, the good image of contrast was obtained with the high definition it is twice whose lateral pixel consistency of

[0075]

[Effect of the Invention]

According to the optical deflection device of invention according to claim 1, the transparent substrate of a couple, The liquid crystal layer which can control a refractive index [ as opposed to / it is inserted between said substrates and / incident light by electric field ], The orientation film to which it is prepared between said substrates and orientation of the liquid crystal molecule of said liquid crystal layer is carried out, It has the parallel refracting interface of the couple which makes include-angle  $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) to the plane of incidence of said substrate and by which while incidence of the light is carried out to the electrode of the couple which generates electric field to said liquid crystal layer was

formed in said liquid crystal layer side of said substrate. The refraction section to which the parallel displacement of the optical path is carried out by making outgoing radiation light parallel to incident light in case you make it again refracted by said refracting interface of another side and it considers as outgoing radiation light after making incident light refracted by said one refracting interface, When the amount of parallel displacements of the optical path over the incident light which carries out incidence of the refractive-index change of a preparation and said liquid crystal molecule of said liquid crystal layer to incident light from [ of said plane of incidence ] a normal to said plane of incidence of one [  $\delta n$  and ] of said substrate is set to  $x$  [ $\mu m$ ] ( $x > 0$ ), Incident angle whenever [ over the normal of said plane of incidence of the incident light which carries out incidence to said plane of incidence of one of said substrate ]  $\alpha$  [deg],

$$\alpha \leq |\theta + b|$$

$$a = -0.7\delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

By filling \*\*\*\*\*, the amount of gaps from the amount of parallel displacements of the target of the optical path which refracted and carried out the parallel displacement by the refracting interface of a couple can be stopped within 10% of the target amount of parallel displacements.

[0076]

According to the optical deflection device of invention according to claim 2, the transparent substrate of a couple, The liquid crystal layer which can control a refractive index [ as opposed to / it is inserted between said substrates and / incident light by electric field ], The orientation film to which it is prepared between said substrates and orientation of the liquid crystal molecule of said liquid crystal layer is carried out, It has the parallel refracting interface of the couple which makes include-angle  $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) to the plane of incidence of said substrate and by which while incidence of the light is carried out to the electrode of the couple which generates electric field to said liquid crystal layer was formed in said liquid crystal layer side of said substrate. The refraction section to which the parallel displacement of the optical path is carried out by making outgoing radiation light parallel to incident light in case you make it again refracted by said refracting interface of another side and it considers as outgoing radiation light after making incident light refracted by said one refracting interface, Whenever [ over the normal of said plane of incidence of the incident light which carries out incidence to said plane of incidence of one of said substrate / preparation and incident angle ]  $\alpha$  [deg], When the amount of parallel displacements of the optical path over the incident light which carries out incidence of the refractive-index change of said liquid crystal molecule of said liquid crystal layer to incident light from [ of said plane of incidence ] a normal to said plane of incidence of one [  $\delta n$  and ] of said substrate is set to  $x$  [ $\mu m$ ] ( $x > 0$ ), said include angle  $\theta$ ,

$$\theta \leq -(\alpha + b)/a$$

$$a = -0.7\delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

By filling \*\*\*\*\*, the amount of gaps from the amount of parallel displacements of the target of the optical path which refracted and carried out the parallel displacement by the refracting interface of a couple can be stopped within 10% of the target amount of parallel displacements.

[0077]

According to invention according to claim 3, in an optical deflection device according to claim 1 or 2, said liquid crystal layer can make a speed of response quick in orientation change by being formed with the surface passivation ferroelectric liquid crystal.

[0078]

In an optical deflection device according to claim 1 or 2, by forming the dielectric anisotropy according to the frequency with 2 cycle actuation liquid crystal which changes to forward or negative, said liquid crystal layer can control the orientation condition of liquid crystal by changing a frequency, and according to invention according to claim 4, it can return an orientation condition to an initial orientation condition with a quick speed of response rather than it returns an orientation condition to an initial orientation condition by the weak restraining force of rubbing.

[0079]

According to invention according to claim 5, in an optical deflection device according to claim 1 or 2, when formed of the polymer dispersed liquid crystal, said liquid crystal layer can control the birefringence of liquid crystal by armature-voltage control, and can shift a non-deviated light. Moreover, since the orientation of liquid crystal is controllable by the restraining force of a macromolecule, a quick speed of response can be obtained in orientation change.

[0080]

The image display component which arranged two or more controllable pixels for light two-dimensional according to image information according to the image display device of invention according to claim 6, The light source which illuminates this image display component, and the optical member for observing the image pattern displayed on said image display component, The optical deflection device according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 arranged on the optical path between said image display components and said optical members, By driving said optical deflection device and having the optical-path deflection control means which divided the image field in time and which deflects the optical path between said image display components and said optical members for two or more subfields of every When the image pattern in the condition that the display position has shifted according to the deflection of the optical path for two or more subfields of every which divided the image field in time with the optical deflection device is displayed, and the apparent number of pixels of an image display component carries out multiplication and it is made to display By using an optical deflection device according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 A gap of the optical-path movement magnitude in an optical deflection device can be suppressed few, degradation of the display image by the lap of the pixel by gap of optical-path movement magnitude etc. can be suppressed, it is highly minute and the good display image of contrast can be obtained.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the gestalt of 1 operation of the optical deflection device of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view in which combining an optical deflection component with the elements on larger scale, and showing it.

[Drawing 3] A part of optical deflection component is expanded and shown, and the sectional view according [ (a) ] to XZ side and (b) are the A'-A line sectional views in (a).

[Drawing 4] It is the sectional view showing the modification of an optical deflection device.

[Drawing 5] It is the sectional view expanding and showing a part of optical deflection component.

[Drawing 6] It is the graph which shows the relation between  $\alpha$  and the optical-path shift amount  $x$  whenever [ incident angle / of light ].

[Drawing 7] A gap of the optical-path shift amount  $x$  by  $\alpha$  is shown whenever [ incident angle / of light ], and the explanatory view in which (a) shows the optical-path shift amount  $x$  at the time of  $\alpha=0$  whenever [ incident angle ], the explanatory view in which (b) shows the optical-path shift amount  $x$  at the time of  $\alpha=\alpha_1$  whenever [ incident angle ], and (c) are the explanatory views showing the optical-path shift amount  $x$  at the time of  $\alpha=\alpha_2$  whenever [ incident angle ].

[Drawing 8] It is the graph which shows [ whenever / incident angle / of light ] relation with  $\theta$  whenever [ tilt-angle / of  $\alpha$  and a refracting interface ].

[Drawing 9] It is the graph which shows the relation between inclination  $a$  and effectual refractive-index change  $\Delta n$  of a liquid crystal molecule.

[Drawing 10] It is the graph which shows the relation between Intercept  $b$  and the optical-path shift amount  $x$ .

[Drawing 11] It is the side elevation showing roughly the gestalt of 1 operation of the image display device of this invention.

[Drawing 12] It is the perspective view omitting and showing a part of image display device.

[Drawing 13] It is an explanatory view explaining the pixel multiplication on the appearance by the image display device.

[Drawing 14] It is the graph which shows the relation between the liquid crystal drop size of an example



4, and a speed of response.

[Drawing 15] It is the sectional view showing the optical deflection device of an example 5.

[Description of Notations]

1 Optical Deflection Device

3 Four Substrate

5 Liquid Crystal Layer

5a and 5b Liquid crystal layer

6 Seven Electrode

9 Plane of Incidence

10 Refracting Interface

10a, 10b Refracting interface

11 Refraction Section

12 Substrate (Medium Substrate)

13 Optical Deflection Device

21 Image Display Device

22 Light Source

24 Image Display Component

26 Optical Deflection Device

27 Optical Member (Projector Lens)

31 Optical-Path Deflection Control Means (Optical Deflection Armature-voltage Control Means)

41 Optical Deflection Device

---

[Translation done.]

2004年 5月11日 9時07分  
Searching PAJ

ITOH INTERNATIONAL PATENT OFFICE

NO. 8887 P. 4/5  
1/2 ページ

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-004167

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl.

G02F 1/13  
G02F 1/133  
G02F 1/1334  
G02F 1/1337  
G02F 1/141  
G02F 1/29  
H04N 5/74  
H04N 9/31

(21)Application number : 2002-157774

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 30.05.2002

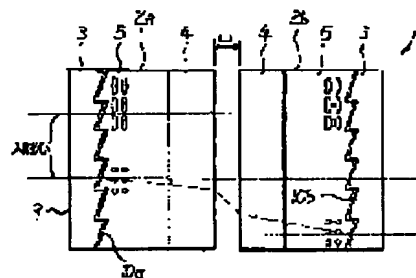
(72)Inventor : KOBAYASHI MASANORI  
TAKIGUCHI YASUYUKI  
SUGIMOTO HIROYUKI  
FUTAMURA YOSHIROU  
MATSUKI YUMI  
TOKITA TOSHIAKI

## (54) OPTICAL DEFLECTION DEVICE AND IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical deflection device which changes the direction of light with an electric signal and an image display device which utilizes the optical deflection device.

**SOLUTION:** On the liquid crystal layer 5 side of substrates 3, 4 having the liquid crystal layer 5 interposed therebetween, a pair of refraction surfaces 10a, 10b being parallel to each other and forming an inclination angle  $\alpha$  (degrees) with an incidence plane 9 of the substrate 3 are formed. An optical path is translated in parallel relative to the original path by making outgoing light parallel to incident light in the case the incident light is refracted on the refraction surface 10a and is subsequently refracted again on the refraction surface 10b so as to be turned into the outgoing light. When the change of the refractive index of the liquid crystal molecules of the liquid crystal layer 5 with respect to the incident light is represented by  $n$  and the amount of the parallel translation of the optical path with respect to the light incident on the incident plane 9 from the direction normal to the plane 9 by  $x$  (mm), the incidence angle  $\alpha$  (degrees) of the light incident on the incident plane 9 of the substrate 3 with respect to the normal of the plane 9 satisfies relations  $|a| \leq |a| + |b|$ ,  $a = -0.7$ ,  $n = 0.35$  and  $b = (11.6/x) - 19$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

2004年 5月11日 9時07分  
Searching PAJ

ITOH INTERNATIONAL PATENT OFFICE

NO. 8887 P. 5/5  
2/2 ページ

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-4167

(P2004-4167A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
GO2F 1/13	GO2F 1/13 505	2H088
GO2F 1/133	GO2F 1/133 555	2H089
GO2F 1/1334	GO2F 1/133 560	2H090
GO2F 1/1337	GO2F 1/1334	2H093
GO2F 1/141	GO2F 1/1337	2K002
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-157774 (P2002-157774)  
 (22) 出願日 平成14年5月30日(2002.5.30)

(71) 出願人 000006747  
 株式会社リコー  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
 (74) 代理人 100101177  
 弁理士 柏木 慎史  
 (74) 代理人 100102130  
 弁理士 小山 尚人  
 (74) 代理人 100072110  
 弁理士 柏木 明  
 (72) 発明者 小林 正典  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
 会社リコー内  
 (72) 発明者 滝口 康之  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
 会社リコー内

最終頁に続く

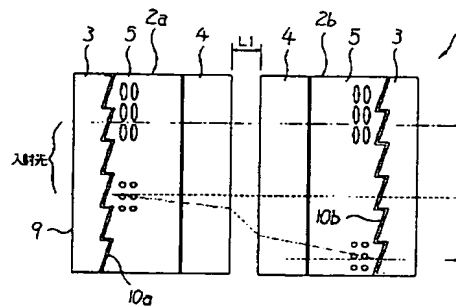
(54) 【発明の名称】 光偏向デバイス及び画像表示装置

## (57) 【要約】

【課題】 光シフト量のずれを抑える。

【解決手段】 液晶層5を挟む基板3、4の液晶層5側に、基板3の入射面9に対して傾斜角度 $\theta$  [deg] をなす互いに平行な一対の屈折面10a、10bを形成し、入射光を屈折面10aで屈折させた後に屈折面10bで再度屈折させて出射光とする際に出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる構成とする。入射光に対する液晶層5の液晶分子の屈折率変化を $\Delta n$ 、入射面9へ入射面9の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を $x$  [ $\mu\text{m}$ ] としたとき、基板3の入射面9へ入射する入射光の入射面9の法線に対する入射角度 $\alpha$  [deg] が、 $\alpha \leq |a\theta + b|$ 、 $a = -0.7\Delta n + 0.35$ 、 $b = (11.6/x) - 19$ 、の関係を満たすようにする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一対の透明な基板と、  
 前記基板間に挟まれて電界により入射光に対する屈折率の制御が可能な液晶層と、  
 前記基板間に設けられて前記液晶層の液晶分子を配向させる配向膜と、  
 前記液晶層に対して電界を発生させる一対の電極と、  
 光が入射される一方の前記基板の入射面に対して角度  $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) をなして前記基板の前記液晶層側に形成された一対の平行な屈折面を有し、入射光を一方の前記屈折面で屈折させた後に他方の前記屈折面で再度屈折させて出射光とする際に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる屈折部と、  
 を備え、

10

入射光に対する前記液晶層の前記液晶分子の屈折率変化を  $\Delta n$ 、一方の前記基板の前記入射面へ前記入射面の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を  $x$  [ $\mu\text{m}$ ] ( $x > 0$ ) としたとき、一方の前記基板の前記入射面へ入射する入射光の前記入射面の法線に対する入射角度  $\alpha$  [deg] が、

$$\alpha \leq |a\theta + b|$$

$$a = -0.7\Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

の関係を満たす光偏向デバイス。

## 【請求項 2】

20

一対の透明な基板と、  
 前記基板間に挟まれて電界により入射光に対する屈折率の制御が可能な液晶層と、  
 前記基板間に設けられて前記液晶層の液晶分子を配向させる配向膜と、  
 前記液晶層に対して電界を発生させる一対の電極と、  
 光が入射される一方の前記基板の入射面に対して角度  $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) をなして前記基板の前記液晶層側に形成された一対の平行な屈折面を有し、入射光を一方の前記屈折面で屈折させた後に他方の前記屈折面で再度屈折させて出射光とする際に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる屈折部と、  
 を備え、

一方の前記基板の前記入射面へ入射する入射光の前記入射面の法線に対する入射角度を  $\alpha$  [deg]、入射光に対する前記液晶層の前記液晶分子の屈折率変化を  $\Delta n$ 、一方の前記基板の前記入射面へ前記入射面の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を  $x$  [ $\mu\text{m}$ ] ( $x > 0$ ) としたとき、前記角度  $\theta$  が、

30

$$\theta \leq -(\alpha + b)/a$$

$$a = -0.7\Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

の関係を満たす光偏向デバイス。

## 【請求項 3】

前記液晶層は、表面安定化強誘電性液晶により形成されている請求項 1 又は 2 記載の光偏向デバイス。

40

## 【請求項 4】

前記液晶層は、周波数に応じて誘電異方性が正または負に変化する 2 周波駆動液晶により形成されている請求項 1 又は 2 記載の光偏向デバイス。

## 【請求項 5】

前記液晶層は、高分子分散型液晶により形成されている請求項 1 又は 2 記載の光偏向デバイス。

## 【請求項 6】

画像情報に従って光を制御可能な複数の画素を二次元的に配列した画像表示素子と、  
 この画像表示素子を照明する光源と、  
 前記画像表示素子に表示した画像パターンを観察するための光学部材と、

50

前記画像表示素子と前記光学部材との間の光路上に配置された請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 記載の光偏向デバイスと、  
前記光偏向デバイスを駆動して、画像フィールドを時間的に分割した複数のサブフィールド毎に前記画像表示素子と前記光学部材との間の光路を偏向する光路偏向制御手段と、  
を備える画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気信号によって光の方向を変える光偏向デバイス及びこの光偏向デバイスを利用した画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光偏向素子である光学素子として、従来より、 $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (KDP)、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (ADP)、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、GaAs、CdTe など第 1 次電気光学効果 (ポッケルス効果) の大きな材料や、KTN、 $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{CS}_2$ 、ニトロベンゼンなどの第 2 次電気光学効果の大きな材料を用いた電気光学デバイスや、ガラス、シリカ、 $\text{TeO}_2$  などの材料を用いた音響光学デバイスが知られている (例えば、青木昌治編; 「オプトエレクトロニックデバイス」、昭晃堂)。これらは、一般的に、十分大きな光偏向量を得るためには光路長を長く取る必要があり、また、材料が高価であるため用途が制限されている。

【0003】

一方で、液晶材料を用いた光偏向素子なる光学素子も各種提案されており、その数例を挙げると、以下に示すような提案例がある。

【0004】

例えば、特開平 6-18940 号公報によれば、光空間スイッチの光の損失を低減することを目的に、人工複屈折板からなる光ビームシフタが提案されている。内容的には、2 枚のくさび形の透明基板を互いに逆向きに配置し、該透明基板間に液晶層を挟んだ光ビームシフタ、及びマトリクス形偏向制御素子の後面に前記光ビームシフタを接続した光ビームシフタが提案され、併せて、2 枚のくさび形の透明基板を互いに逆向きに配置し、該透明基板間にマトリクス駆動が可能で、入射光ビームを半セルシフトする液晶層を挟んだ光ビームシフタを半セルずらして多段接続した光ビームシフタが提案されている。

【0005】

また、特開平 9-133904 号公報によれば、大きな偏向を得ることが可能で、偏向効率が高く、しかも、偏向角と偏向距離とを任意に設定することができる光偏向スイッチが提案されている。具体的には、2 枚の透明基板を所定の間隔で対向配置させ、対向させた面に垂直配向処理を施し、透明基板間にスメクチック A 相の強誘電性液晶を封入し、前記透明基板に対して垂直配向させ、スメクチック層と平行に交流電界を印加できるように電極対を配置し、電極対に交流電界を印加する駆動装置を備えた液晶素子である。即ち、スメクチック A 相の強誘電性液晶による電傾効果を用い、液晶分子の傾斜による複屈折によって、液晶層に入射する偏光の屈折角と変位する方向を変化できるようにしたものである。

【0006】

他に光偏向素子を用いた例では、特開平 5-204001 号公報に低電圧で駆動でき、2 次元化、小型化が可能な光偏向装置が提案されている。これは一対の透明基板間に複屈折性を有する液晶を保持しており、該透明基板の一方に鋸歯状格子が形成されている。保持されている液晶は鋸歯状格子の刻線方向にホモジニアス配向しており、液晶の長軸あるいは短軸のいずれかの屈折率は鋸歯状格子を形成する材料の屈折率と一致している。入射光は偏向回転装置の制御に応じて偏光方向が  $90^\circ$  回転でき、入射光の偏光状態に応じて出射光の方向を切り替えることが可能な構成である。この光偏向装置と似たような構成なものが特開平 9-133931 号公報に開示されている。これは、2 枚の透明な基板を有し

10

20

30

40

50

、これらの基板の一方の面に鋸歯状格子がそれぞれ形成されている。これらの鋸歯状格子は、同一形状、同一の屈折率をもって形成され、それらの鋸歯状格子を各々反対方向を向くように配置して光偏向装置を構成している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

前述した従来技術において、光が偏向する原理としては、主に液晶材料の複屈折性、素子基板に対する傾斜角度に起因して光を偏向しており、光偏向素子を通じた出射光は受光部においてシフト効果を得る。しかし、入射光線が角度分布を有している場合や、照明光の照明角度が大きな場合、狙いの入射角度からずれた光のシフト量が増加するため、全体としてシフト後の光線や画像光がボケて解像度が劣化するという不具合がある。

【0008】

本発明の目的は、光シフト量のずれを抑えることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明の光偏向デバイスは、一対の透明な基板と、前記基板間に挟まれて電界により入射光に対する屈折率の制御が可能な液晶層と、前記基板間に設けられて前記液晶層の液晶分子を配向させる配向膜と、前記液晶層に対して電界を発生させる一対の電極と、光が入射される一方の前記基板の入射面に対して角度 $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) をなして前記基板の前記液晶層側に形成された一対の平行な屈折面を有し、入射光を一方の前記屈折面で屈折させた後に他方の前記屈折面で再度屈折させて出射光とする際に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる屈折部と、を備え、入射光に対する前記液晶層の前記液晶分子の屈折率変化を $\Delta n$ 、一方の前記基板の前記入射面へ前記入射面の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を $x$  [ $\mu\text{m}$ ] ( $x > 0$ ) としたとき、一方の前記基板の前記入射面へ入射する入射光の前記入射面の法線に対する入射角度 $\alpha$  [deg] が、

$$\alpha \leq |a\theta + b|$$

$$a = -0.7\Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

の関係を満たす。

【0010】

したがって、一対の屈折面で屈折して平行移動した光路の目標の平行移動量からのずれ量が、目標の平行移動量の10%以内に抑えられる。

【0011】

請求項2記載の発明の光偏向デバイスは、一対の透明な基板と、前記基板間に挟まれて電界により入射光に対する屈折率の制御が可能な液晶層と、前記基板間に設けられて前記液晶層の液晶分子を配向させる配向膜と、前記液晶層に対して電界を発生させる一対の電極と、光が入射される一方の前記基板の入射面に対して角度 $\theta$  [deg] ( $0 \leq \theta < 90$ ) をなして前記基板の前記液晶層側に形成された一対の平行な屈折面を有し、入射光を一方の前記屈折面で屈折させた後に他方の前記屈折面で再度屈折させて出射光とする際に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる屈折部と、を備え、一方の前記基板の前記入射面へ入射する入射光の前記入射面の法線に対する入射角度を $\alpha$  [deg]、入射光に対する前記液晶層の前記液晶分子の屈折率変化を $\Delta n$ 、一方の前記基板の前記入射面へ前記入射面の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を $x$  [ $\mu\text{m}$ ] ( $x > 0$ ) としたとき、前記角度 $\theta$  が、

$$\theta \leq -(\alpha + b)/a$$

$$a = -0.7\Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

の関係を満たす。

【0012】

したがって、一対の屈折面で屈折して平行移動した光路の目標の平行移動量からのずれ量

が、目標の平行移動量の10%以内に抑えられる。

【0013】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の光偏向デバイスにおいて、前記液晶層は、表面安定化強誘電性液晶により形成されている。

【0014】

したがって、強誘電性液晶は自発分極を有しているので電界によって駆動力が生じる。

【0015】

請求項4記載の発明は、請求項1又は2記載の光偏向デバイスにおいて、前記液晶層は、周波数に応じて誘電異方性が正または負に変化する2周波駆動液晶により形成されている。

【0016】

したがって、周波数を切り替えることで液晶の配向状態を制御することが可能である。

【0017】

請求項5記載の発明は、請求項1又は2記載の光偏向デバイスにおいて、前記液晶層は、高分子分散型液晶により形成されている。

【0018】

したがって、電圧制御により液晶の複屈折性を制御でき、無偏向の光をシフトさせることが可能である。また、高分子の規制力で液晶の配向を制御することが可能である。

【0019】

請求項6記載の発明の画像表示装置は、画像情報に従って光を制御可能な複数の画素を二次元的に配列した画像表示素子と、この画像表示素子を照明する光源と、前記画像表示素子に表示した画像パターンを観察するための光学部材と、前記画像表示素子と前記光学部材との間の光路上に配置された請求項1、2、3、4又は5記載の光偏向デバイスと、前記光偏向デバイスを駆動して、画像フィールドを時間的に分割した複数のサブフィールド毎に前記画像表示素子と前記光学部材との間の光路を偏向する光路偏向制御手段と、を備える。

【0020】

したがって、光偏向デバイスにより画像フィールドを時間的に分割した複数のサブフィールド毎の光路の偏向に応じて表示位置がずれている状態の画像パターンが表示され、画像表示素子の見掛け上の画素数が増倍して表示される。また、請求項1、2、3、4又は5記載の光偏向デバイスを用いることにより、光偏向デバイスでの光路移動量のずれを少なく抑えることが可能であり、光路移動量のずれによる画素の重なりなどによる表示画像の劣化を抑えることが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】

本発明の光偏向デバイスの一実施の形態を図1ないし図10に基づいて説明する。図1は光偏向デバイスの一実施の形態を示す断面図である。図1に示すように、光偏向デバイス1は、2つの光偏向素子2a、2bを光進行方向上に配設させて構成され、光路を平行移動（以降、平行シフトという）させるものである。

【0022】

光偏向素子2（2a、2b）の基本構成及び光偏向動作原理について図2及び図3に基づいて説明する。図2は光偏向素子2をその部分拡大図と併せて示す断面図、図3は光偏向素子2の一部を拡大して示し、（a）はXZ面による断面図、（b）は（a）におけるA'-A線断面図である。

【0023】

光偏向素子2は、図2に示すように、一対の透明な基板3、4、これらの基板3、4間に挟まれて電界によって配向状態の制御が可能な液晶層5、液晶層5に対して電界を発生させる透明な一対の電極6、7、電極6、7への電圧印加状態を変化させる光偏向電圧制御手段（図示せず）、基板3、4の液晶層5側の表面に形成された配向膜（図示せず）などを備えている。

10

20

30

40

50



## 【0024】

一方の基板3の液晶層5側には、鋸歯形状の鋸歯部8が形成されている。鋸歯部8は、光源（図示せず）から出射された光が入射される基板3の入射面9に対して角度 $\theta$  [deg]（以降、傾斜角度 $\theta$ という）をなす屈折面10を有している。ここで、光偏向素子2a、2bの屈折面10をそれぞれ屈折面10a、10bとする。この鋸歯部8の形成方法としては、ガラス基板をエッチングするか透明プラスチック材料を射出成形などにより加工するといったものがある。形成される鋸歯の形状、アレイ数は特に限定しないが、所望の偏向量、偏向方向になるように形成されている。

## 【0025】

液晶層5は、表面安定化強誘電性液晶により形成されている。この液晶は、ホモジニアス配向されたキラルスメクチックC相よりなる。なお、液晶としては、電界印加条件によって液晶の配向状態が変化し、それに伴って屈折率が変化するものであればよく、ネマティック液晶であってもよい。そして、一對の電極6、7に電圧が印加されることによりより、液晶層5においてホモジニアス配向している液晶ダイレクタに直交する方向、即ち、液晶ダイレクタの自発分極方向に電界が印加される構成とされている。

## 【0026】

ここで、光偏向素子2における液晶の配向状態の変化を図3に基づいて説明する。図3に示すように、液晶ダイレクタは、電極6、7からの電界方向に対応して2方向に配向される（第1の配向状態及び第2の配向状態）。このような構成の光偏向素子2においては、液晶の配向を図3（b）に示す通り略直交する方向に規制することで、入射光を効率良く偏向させることが可能となる。即ち、図3において入射光の直線偏光方向がY軸方向になるよう入射光を操作してこの光偏向素子2に入射させたとき、液晶ダイレクタがZ軸方向を向く（第1の配向状態）ように電極6、7対によって電界を印加した場合、このような状態で液晶の屈折率と液晶を挟持する基板3、4の屈折率とが等しいときは、入射光は常光として振る舞い、偏向することなくそのまま通過する。一方、電界印加方向を反転させて液晶ダイレクタがそれと直交する方向を向く（第2の配向状態）ようにした場合、このような状態で液晶の屈折率と液晶を挟持する基板3、4の屈折率が異なる場合は、入射光は異常光として振る舞い界面との屈折率差により偏向される。

## 【0027】

液晶の配向を直交する方向に規制するために、両基板3、4の表面に形成される配向膜に対して液晶配向に対応する方向にラビング処理を行っており、ラビング方向に依存した向きに液晶ダイレクタの方向が強く規制される。配向処理には、TN液晶、STN液晶などに用いられるポリイミドなどの通常の配向膜が利用できる。また、ラビング処理や光配向処理を施すことが好ましい。

## 【0028】

このような構成の光偏向素子2の特徴は、入射光に対する出射光が液晶ダイレクタの制御によって、回転移動可能な点である。従って、当該光偏向素子2と受光部との距離を適切に選ぶことで所望の偏向量を得ることができる。

## 【0029】

光偏向デバイス1は、このような光偏向素子2a、2bが互いの屈折面10a、10bが平行になるように配置されており、入射光を屈折面10aで屈折させた後に屈折面10bで再度屈折させて出射光とする際に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行シフトさせる構成とされている。ここに、光偏向素子2a、2bの屈折面10a、10bが互いに平行な一對の屈折面として機能し、これらの屈折面10a、10bにより屈折部11が構成されている。そして、光偏向デバイス1では、光偏向素子2a、2b間の距離L1を適切に選ぶことで入射光と出射光を平行に保ったまま必要な光路シフト量（偏向量）を得ることができる。これによって、光路シフト量を外部から簡単に調整することができ、利便性に優れた光偏向デバイス1を構成することができる。また、光偏向量が一定であれば、図4に示すように厚さL2の中間基板12を介して1つの光偏向デバイス13内に2層の液晶層5a、5bを設けてもよい。

## 【0030】

図2に示すような光偏向素子2の構成における光の進行方向を求める場合、厳密には、入射光進行方向に対する液晶ダイレクタの方向及び液晶の屈折率 $n_o$ 、 $n_e$ の両者から屈折率楕円体を基に各方向における屈折率が求められ、それを基に光偏向方向が求められる。しかし、ここでは簡単に液晶の配向状態によって液晶の屈折率 $n_o$ と屈折率 $n_e$ とが切り替わるものと仮定し、図5に示すようにスネルの法則に従うと仮定すれば、光偏向方向（以後、光偏向角と呼ぶ場合もある）を求めることが可能である。今、液晶の長軸方向の屈折率を $n_e$ 、短軸方向の屈折率を $n_o$ とし、光進行方向に対して液晶の手前側界面の法線方向が光偏向方向となす角（＝傾斜角度 $\theta$ ）が $\psi_1$ 、後方側界面の法線が入射光方向となす角が $0^\circ$ となるよう基板3、4を配置する。また、液晶と接する光学部材（基板3、4）は屈折率 $n_o$ のものを選ぶ。スネルの法則によって手前側液晶界面での界面法線方向からの光偏向角 $\psi_2$ は、

$$\sin \psi_2 = (n_o / n_e) \sin \psi_1$$

より求まり、また、基板4に入射する光線の基板4の法線方向からの光偏向角 $\psi_3$ は、

$$\psi_3 = \psi_1 - \psi_2$$

基板4に入射した光線の基板4内での光偏向角 $\psi_4$ は、

$$\sin \psi_4 = (n_e / n_o) \sin \psi_3$$

より求まる。

## 【0031】

また、図4に示したように中間基板12を設けて光路の平行シフトを行なう場合、中間基板12の厚みを $L_2$ とすると、光路シフト量 $x \mu m$ を得るために必要な厚み $L_2$ は、

$$L_2 \cdot \tan \psi_4 = x \quad (\mu m) \text{ より、}$$

$$L_2 = x / \tan \psi_4 \quad (\mu m)$$

となる。

## 【0032】

このようにして、光偏向方向は主に基板3の屈折面10の傾斜角度 $\theta$ と液晶の屈折率異方性に起因して変化し、光偏向量は受光面までの距離、または液晶層5の厚さ、基板3、4の厚さなどによって調整することが可能である。

## 【0033】

光路の平行シフトを行なう場合において、所望の光路シフト量 $x$ を得るように鋸歯部8の傾斜角度 $\theta$ 、液晶分子の実効的な屈折率変化 $\Delta n$ を規定し、光偏向素子2への入射面9法線方向からの光の入射角度 $\alpha$ を変化させて、スネルの法則により光路の平行移動量である光路シフト量 $x$ を算出したところ、図6に示すように光の入射角度 $\alpha$ によって光路シフト量 $x$ にずれが生じた。ここで、入射角度 $\alpha$ は、基板3の入射面9へ入射する入射光の入射面9の法線に対する角度である。また、光の入射角度 $\alpha$ は実質的光偏向に寄与する成分を示しており、入射光源の散乱成分、外光成分などは含めないものとする。

## 【0034】

これを図7に示すようなモデルで説明する。このモデルは、一对の透明な基板3a、4a、これらの基板3a、4a間に配置された中間基板12a、基板3a、4aと中間基板12aとの間に挟まれた2つの液晶層5などから構成されている光偏向デバイス14である。中間基板12aの基板3a、4aに対向する面には、鋸歯部8が形成されており、この光偏向デバイス14は、光偏向デバイス1と同様な機能を有する。

## 【0035】

この光偏向デバイス14を用いて、例えば、光偏向素子2へ開口部15を通して光を照射し、そのラインプロファイルにより光路シフト量 $x$ を観察する。このとき照射する光の強度分布は理想的に均一な強度分布を持っているものとする。まず、はじめに光の入射角度 $\alpha = 0$ のときは、図7(a)に示すように狙いの光路シフト量 $x$ だけ光路がシフトする。しかし、図7(b)に示すように照明光の光の入射角度 $\alpha$ が $\alpha_1$ のときには、偏向された光の光路シフト量 $x$ は、狙いの光路シフト量 $x$ に比べて $x_1$ ずれる。また、照明光の光の入射角度 $\alpha$ が $\alpha_2$  ( $> \alpha_1$ ) のときには、図7(c)に示すように、偏向された光の光路

10

20

30

40

50

シフト量  $x$  は、狙いの光路シフト量  $x$  に比べて  $x_2 (> x_1)$  ずれる。このようなシフト量のずれは、受光部側においてコントラスト低下の原因となる。光路シフト量のずれとしては、視認的に問題が無い程度ならばよく、狙いのシフト量の 10% 以内に抑えることが好ましい。

【0036】

そこで、このような光の入射角度  $\alpha$  と光路シフト量  $x$  との関係を、図 6 に示すように、傾斜角度  $\theta$  によって調べ、この図 6 に示す結果から狙いの光路シフト量  $x$  からのずれが狙いの光路シフト量の 10% となるような、傾斜角度  $\theta$  と光の入射角度  $\alpha$  との関係を調べたところ図 8 に示すように、

$$\alpha = a \theta + b$$

のような関係にあった。前式の傾き  $a$  は、図 9 に示すように液晶分子の実効的屈折率変化  $\Delta n$  に関係し、

$$a = -0.7 \Delta n + 0.35$$

という関係式が成り立つ。また、切片  $b$  は、図 10 に示すように光路シフト量  $x$  に関係し、

$$b = (11.6 / x) - 1.9$$

という関係式が成り立った。そこで光の入射角度  $\alpha$  が、

$$\alpha \leq |a \theta + b| \quad \text{式 (1)}$$

$$a = -0.7 \Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6 / x) - 1.9$$

を満たすことで、光路シフト量  $x$  のずれを狙いの光路シフト量  $x$  の 10% 以内に抑えることができる。

【0037】

また、同様にして傾斜角度  $\theta$  が、

$$\theta \leq -(\alpha + b) / a \quad \text{式 (2)}$$

$$a = -0.7 \Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6 / x) - 1.9$$

を満たすことで、光路シフト量  $x$  のずれを狙いの光路シフト量  $x$  の 10% 以内に抑えることができる。本実施の形態の光偏向デバイス 1、13 は、式 (1) 及び式 (2) を満たすように各部が設定されている。

【0038】

このような構成により、本実施の形態の光偏向デバイス 1、13 は、光路シフト量  $x$  のずれを狙いの光路シフト量  $x$  の 10% 以内に抑えることができる。

【0039】

また、液晶層 5 が表面安定化強誘電性液晶により形成されているので、高速応答を可能にすることができる。高速応答の要因としては、強誘電性液晶は自発分極を有しているため電界によって駆動力が発生する。また良好な配向状態を得るには光偏向素子 2 のギャップを小さくする必要があり、このことも一定電圧で電界強度が大きくなり速い応答速度を得る要因になる。良好な配向状態を得るには、光偏向素子 2 のギャップは液晶材料のピッチ以下であることが好ましい。ここで前述したような偏向作用にスメクチック C 相を用いる場合、強誘電性液晶は双安定型、単安定型のどちらでも良く、配向状態により 2 値をとることが出来ればよい（入射する直線偏光に対して屈折率変化が起こればよい）。また、コーン角は偏向効率から 90° に近い方が好ましい。コーン角が小さい場合、偏向光は楕円偏光になり、コントラストが低下する。そのため不用光をカットするために出射側に偏光板を入れることが好ましい。

【0040】

なお、出射手段として、式 (1) 及び式 (2) を満たすように配置された光源を例に説明したが、これに限るものではなく、出射手段としては、例えば、光源から出射された光を式 (1) 及び式 (2) を満たすように光偏向素子 2 に導く部材であってもよい。

【0041】

10

20

30

40

50

次に、本実施の形態の第1の変形例を説明する。この変形例は、液晶層5が、周波数に対応して誘電異方性が正または負に変化する2周波駆動液晶により形成されている。例えば、液晶に対して誘電率異方性が正の周波数の電圧により電界を印加すると電界方向に液晶分子の長軸が向き、液晶に対して誘電率異方性が負の周波数の電圧により電界を印加すると電界方向に液晶分子の短軸が向く。このような性質をもつ材料を用いることで液晶の配向状態が2つ周波数によって変化する。液晶材料としてはこのような特徴を有するものであれば、シアノ系、フッ素系、塩素系などのいずれの液晶でも用いることができる。入力信号の周波数は初めどちらに設定しておいてもよい。この液晶は電氣的な規制力で液晶の配向状態を変化させているため応答速度が速くなる。またこのような駆動を行なう場合は液晶分子の配向はラビングにほとんど寄与しない。そのためラビング処理、初期配向電極が不要になり、素子作製が簡略化できるといった効果も望める。

10

#### 【0042】

次に、本実施の形態の第2の変形例を説明する。この変形例は、液晶層5が、高分子マトリクス中に液晶材料を分散保持した液晶／高分子複合体（以下、液晶／高分子複合体と記す）を有する高分子分散型液晶により形成されている。偏向理論は前述と同様であり液晶／高分子複合体の屈折率が変化すると偏向角が変化し、すなわち光路がシフトする。液晶／高分子複合体は光路に対して垂直に電界を印加する場合には入射光の偏光状態に依存せずに高速で屈折率を変えることができるといった特徴をもつ。液晶／高分子複合体としては、例えば液晶材料を高分子被膜で包含した微小なカプセルをバインダー樹脂を用いて接合したものや、液晶材料と高分子材料（あるいはその前駆体）との混合体から液晶材料を相分離させた、いわゆる高分子分散液晶などがある。いずれにしてもその構造は液晶ドロップレットを高分子マトリクス中に分散したものとなり、その応答速度は液晶ドロップレットの粒径を小さくするにつれて速くなる。特に入射光の波長程度以下の粒径にすることが、散乱が減少し光透過率が高くなる、すなわち光損失が著しく小さくなることから好ましい。

20

#### 【0043】

次に、本発明の画像表示装置の一実施の形態を図11ないし図13に基づいて説明する。図11は本発明の画像表示装置の一実施の形態を概略的に示す側面図、図12は画像表示装置を一部省略して示す斜視図、図13は画像表示装置による見かけ上の画素増倍を説明する説明図である。なお、前述した実施の形態と同一又は相当する部分は同一符号を用いて示し、説明も省略する。

30

#### 【0044】

画像表示装置21は、図11に示すように、光源22、照明装置23、画像表示素子24、縮小光学素子25、光偏向デバイス26、光学部材としての投射レンズ27、スクリーン28などを備え、それらが光源22から発せられる光の経路（光路）上に順に配設されている。さらに、画像表示装置21は、光源22を駆動するための光源駆動手段29、画像表示素子24を駆動する表示駆動手段30、光偏向デバイス26を駆動する光路偏向制御手段である光偏向電圧制御手段31、及び、これらの光源駆動手段29、表示駆動手段30、光偏向電圧制御手段31などを含め画像表示装置21全体を制御するための画像表示制御回路32を備えている。

40

#### 【0045】

光源22としては、白色あるいは任意の色の光を高速にON/OFFできるものならばいかなる種類や型の光源であっても用いることができる。例えば、LEDランプやレーザー光源、白色のランプ光源にシャッターを組み合わせたものなどを用いることができる。本実施の形態では、光源22として、白色ランプが用いられている。

#### 【0046】

照明装置23は、光源22から出射された光を均一に画像表示素子24に照射するものであり、フライアイレンズ（図示せず）、拡散板33、コンデンサレンズ34などから構成される。

#### 【0047】

50

画像表示素子 24 は、照明装置 23 から入射した均一照明光を、画像フィールドを時間的に分割した複数の画像フィールド毎に、画像情報に基づいて空間光変調して、画像光として出射するものである。画像表示素子 24 としては、透過型液晶ライトバルブ、反射型液晶ライトバルブ、DMD 素子などを用いることができ、本実施の形態では、カラーフィルターを組み合わせた透過型液晶ライトバルブが用いられている。

【0048】

縮小光学素子 25 は、透過型液晶ライトバルブからなる画像表示素子 24 の表示画素を縮小するもので、マイクロレンズ、コリメートレンズなどから構成される。その縮小量は、画素ピッチの整数分の 1 であることが好ましい。

【0049】

光偏向デバイス 26 は、画像表示素子 24 から出射される画像光を偏向（シフト）して偏向画像として出射する。光偏向デバイス 26 としては、前述したような光偏向デバイス 1, 13 が用いられている。光偏向デバイス 26 の鋸歯形状は、図 12 に示すように、紙面の左右方向にアレイ状に形成されている。これにより、画像表示素子 24 を出射した光が紙面に上下方向の直線偏光の場合、画像表示素子 24 から入射された光を紙面の左右方向にシフトさせることができる。この光偏向デバイス 26 による光路のシフト量に応じて、スクリーン 28 上に投射される画像表示位置がずらされ、画像表示素子 24 の実際の画素数を見かけ上増倍した画素数として画像表示させることができる。

【0050】

ここで、本実施の形態では、前述した実施の形態での式（1）、式（2）を満たすように画像表示装置 21 の各部が配置されている。

【0051】

このような画像表示装置 21 の動作について説明する。光源駆動手段 29 によって制御された光源 22 から出射された光は、拡散板 33 により均一化された照明光となり、コンデンサレンズ 34 により、光源駆動手段 29 と同期して動作する表示駆動手段 30 により制御されている画像表示素子 24 をクリティカルに照明する。画像表示素子 24 により空間光変調され縮小光学素子 25 を通過した照明光は、画像光として、光偏向デバイス 26 に入射される。光偏向デバイス 26 から出射された出射光は、偏向画像光として、投射レンズ 27 で拡大された後、スクリーン 28 に投射される。すなわち、画像表示素子 24 のスクリーン 28 側に配置された光偏向デバイス 26 への印加電圧を光偏向電圧制御手段 31 により制御することで、画像光は画素の配列方向に任意の距離だけシフトされた偏向画像光として出射され、投射レンズ 27 を介して、スクリーン 28 に投射される。ここで、光偏向デバイス 26 は、画像表示素子 24 によって表示される画素のデフォーカス位置に配置され、これにより、表示画像の解像度を劣化させない構造とされている。

【0052】

ここに、光偏向電圧制御手段 31 により、光偏向デバイス 26 を画像表示素子 24 と同期させて駆動して、画像フィールドを時間的に分割した複数のサブフィールド毎に光路をシフトさせて、表示位置がずれている状態の画像パターンを表示させることで、図 3 に示すように、画像表示素子 24 の見掛け上の画素数を増倍して表示する。これにより、使用した画像表示素子 24 の解像度以上の高精細でコントラストの良い画像を表示することができる。

【0053】

ここで、シフト量は、縮小量と同様に画素ピッチの整数分の 1 であることが好ましく、シフト量と縮小量が等しい場合、シフトした画素が重なることはない。そのため、画素シフト効果により解像度をおとすこともない。また、シフト量と縮小量が異なる場合には、シフトした画素は重なる、あるいは画素間が広がる、などして解像度をおとす原因となるが、表示画像に問題がない程度であれば、シフト量と縮小量は等しくなくてもよい。

【0054】

画素の配列方向に対して 2 倍の画像増倍を行う場合は、偏向画像光の光路のシフト量を画素ピッチの  $1/2$  にし、画素の配列方向に対して 3 倍の画素増倍を行う場合は、偏向画像

10

20

30

40

50

光の光路のシフト量を画素ピッチの  $1/3$  にする。また、光偏向デバイス 26 の構成によってシフト量が大きくなる場合には、シフト量、画素縮小量を画素ピッチの（整数倍＋整数分の 1）の距離に設定しても良い。いずれの場合も、画素のシフト位置に対応したサブフィールドの画像信号で画像表示素子 24 を駆動する。

【0055】

このように、本実施の形態の画像表示装置 21 は、前述した実施の形態での式（1）、式（2）を満たすように画像表示装置 21 の各部が配置されているので、光路シフト量のずれが 10% 以下になり、画面の横方向シフトにおいて高精細となりコントラスト低下を抑えることができる。

【0056】

なお、本実施の形態は、光源 22 として白色ランプ、画像表示素子 24 としてカラーフィルターを組み合わせた透過型液晶ライトバルブを用いてカラー画像を表示する構成とされているが、単板の画像表示素子 24 を時間順次に三原色光で照明するフィールドシーケンシャル方式でもフルカラー画像を表示することができる。この時、三原色の生成方法としては、白色ランプ光源と回転カラーフィルターとを組み合わせることで時間順次の三原色光を生成しても良い。

【0057】

【実施例】

次に、本発明の実施例について説明する。

【0058】

【実施例 1】

基板 3 の入射面 9 に対する鋸歯部 8 の屈折面 10 の傾斜角度  $\theta$  を  $1^\circ$ 、液晶分子の実効的な屈折率変化  $\Delta n = 0.12$ 、 $0.17$ 、 $0.22$  とし、光路シフト量  $x$  が  $5 \mu m$  となるように中間基板 12 の厚さを調整した光路平行シフト可能な光偏向デバイス 13 において、前記条件からこの光偏向デバイス 13 へ照明する光の入射角度  $\alpha$  を次式より求めた結果を表 1 に示す。

$$\alpha \leq |a\theta + b|$$

$$a = -0.7\Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

【0059】

【表 1】

	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
$\alpha [^\circ]$	16.41	16.45	16.49

【0060】

また、スネルの法則により光路シフト量  $x$  を求めた結果を表 2 に示す。

【0061】

【表 2】

10

20

30

	光路シフト量 $x$ ( $\mu\text{m}$ )		
$\alpha$ [ $^{\circ}$ ]	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
0	5	5	5
⋮	⋮	⋮	⋮
16	5.45	5.47	5.49
17	5.55	5.52	5.54
⋮	⋮	⋮	⋮

10

## 【0062】

表2より狙いの光路シフト量 $x = 5 \mu\text{m}$ に対して光路シフト量 $x$ のずれが10%以内の照明光の入射角度 $\alpha$ はどれも16°以内である。表1より算出された結果と表2とを比較すると表1の算出結果は光路シフト量 $x$ のずれが10%以内の条件を満たしていることがわかる。

20

## 【0063】

## 【実施例2】

光偏向素子2へ照明する光の入射光の入射角度 $\alpha$ を16°、液晶分子の実効的な屈折率変化 $\Delta n = 0.12$ 、 $0.17$ 、 $0.22$ とし、光路シフト量 $x$ が $5 \mu\text{m}$ となるように中間基板12の厚さを調整した光路平行シフト可能な光偏向デバイス13において、前記条件からこの光偏向デバイス13の基板3の入射面9に対する屈折面10の傾斜角度 $\theta$ °を次式より求めた結果を表3に示す。

$$\theta \leq -(\alpha + b) / a$$

$$a = -0.7 \Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6 / x) - 19$$

30

## 【0064】

## 【表3】

	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
$\theta$ [ $^{\circ}$ ]	2.56	2.94	3.47

## 【0065】

また、スネルの法則により光路シフト量 $x$ を求めた結果を表4に示す。

## 【0066】

## 【表4】

40

$\theta [^\circ]$	光路シフト量 $x$ ( $\mu\text{m}$ )		
	$\Delta n=0.12$	$\Delta n=0.17$	$\Delta n=0.22$
1	5.45	5.47	5.49
⋮	⋮	⋮	⋮
3	5.47	5.49	5.50
5	5.51	5.52	5.53
⋮	⋮	⋮	⋮

10

## 【0067】

表3より狙いの光路シフト量 $x = 5 \mu\text{m}$ に対して光路シフト量 $x$ のずれが10%以内の屈折面10の傾斜角度 $\theta$ はどれも $3^\circ$ 以内である。表3より算出された結果と表4とを比較すると表3の算出結果は光路シフト量 $x$ のずれが10%以内の条件を満たしていることがわかる。

20

## 【0068】

## 〔実施例3〕

大きさ $3\text{cm} \times 3\text{cm}$ 、厚さ $1\text{mm}$ の石英ガラス基板3をドライエッチングして、傾斜角度 $\theta$ が約 $0.5^\circ$ 、ピッチ $100\mu\text{m}$ の鋸歯部を $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ の面積に形成した後、鋸歯部8にITOを $2000\text{\AA}$ の厚さにスパッタした。次にポリイミド配向剤AL3046（JSR製）を約 $800\text{\AA}$ の厚さに塗布し、その基板3の表面を、ホモジニアス方向の安定方向が傾斜部の傾斜方向に垂直な方向になるような条件でラビング法により配向処理を行った。平滑な面のITO付きガラス基板を基板4として、液晶層5の厚さの小さい部分が $1.5\mu\text{m}$ になるようにビーズを混入した接着剤を用いて貼り合わせた。基板3、4を $90^\circ\text{C}$ に加熱した状態で2枚の基板3、4間に強誘電性液晶（クラリアント製R5002）を毛管法で注入方向が鋸歯部8に沿うように注入し、 $70^\circ\text{C}$ から $55^\circ\text{C}$ までを $20\text{V}/\mu\text{m}$ の直流電圧を印可した状態で冷却後に封止して、光偏向素子2を作製した。

30

## 【0069】

この光偏向素子2に、電界強度が $10\text{V}/\mu\text{m}$ となるように電圧を印加して応答速度を測定したところ $0.4\text{msec}$ の応答速度を得た。これは液晶材料としてネマチック液晶（メルク製ZLI-2471）を用いた場合に比べ1/3の応答速度を得た。

## 【0070】

## 〔実施例4〕

液晶材料としてネマティック液晶（メルク製BL24）を紫外線硬化性プレポリマー（ノーランド社NOA81）に溶解（液晶重量濃度45%）し、紫外線（ $400\text{mW}/\text{cm}^2$ ）を照射したもの（液晶ドロップレットの平均粒径は約 $60\text{nm}$ ）を用い、液晶層5厚の小さい部分が $3\mu\text{m}$ になるようにビーズを混入した接着剤を用いてセルギャップを調整し、実施例3と同様にして光偏向素子2を作製した。

40

## 【0071】

この光偏向素子2に電界強度が $13\text{V}/\mu\text{m}$ となるように電圧を印加し応答速度を測定した。高分子分散液晶における液晶ドロップレットの大きさは、プレポリマーの組成、液晶の混合濃度、硬化時の紫外線強度などを変えることによって変化させることができる。ここで、図14は液晶ドロップレットサイズと応答速度との関係を示したものである。図14より応答速度はドロップレットサイズが小さくなるに従って速くなり、 $0.01\text{msec}$ という高速応答を実現した。

50



## 【0072】

また、光偏向作用としては、無偏向のレーザ光（He-Neレーザ：波長 $0.6328\mu\text{m}$ ）を光偏向素子2に入射したところ、電界を印加していないときには、偏向角は $0.57^\circ$ であり、 $300\text{V}$ の電圧（平均電界強度 $20\text{V}/\mu\text{m}$ ）を印加したときには屈折角が $0.54^\circ$ となり、電界のオン・オフで $0.03^\circ$ の光路偏向を行うことができた。さらに、偏光子を使って入射光を偏光とし、偏光方向を様々な方向に変えて入射させても、無偏光光を入射させた場合と同様に光路偏向を行うことができた。

## 【0073】

## 【実施例5】

画像表示装置21を以下のように作製した。画像表示素子24として対角 $0.9$ インチXGA（ $1024\times768$ ドット）のポリシリコンTFT液晶パネルを用いた。画素ピッチは縦横ともに約 $18\mu\text{m}$ である。画素の開口率は約 $50\%$ である。また、画像表示素子24の光源22側にマイクロレンズアレイを設けて照明光の集光率を高める構成とした。光源22としては白色ランプを用い、カラーフィルターを各画素表面に設けた透過型液晶ライトバルブにより、カラー表示を行なった。また、マイクロレンズ、コリメートレンズを用いて縮小光学素子25を構成し、液晶ライトバルブの直後に設置して、画素位置との位置合わせを調整した。

## 【0074】

ここで、光偏向デバイス26としては、実施例3で用いた光偏向素子2を2つ用いて、図15のように、それぞれの基板3が対向するように2つの光偏向素子2を配置して、光路平行シフト可能な光偏向デバイス41を構成し、縮小光学素子25のスクリーン28側に設置した。2つの光偏向素子2間にマッチングオイル42を挟み、これにより、光路シフト量 $x$ が $9\mu\text{m}$ になるように調整した。また、この光偏向デバイス41の光の出射側に薄い拡散層を有する拡散板を合わせて、出射面での拡散光を拡大し、表示画像を観察した結果、横方向の画素密度が2倍の高精細でコントラストのよい画像が得られた。

## 【0075】

## 【発明の効果】

請求項1記載の発明の光偏向デバイスによれば、一对の透明な基板と、前記基板間に挟まれて電界により入射光に対する屈折率の制御が可能な液晶層と、前記基板間に設けられて前記液晶層の液晶分子を配向させる配向膜と、前記液晶層に対して電界を発生させる一对の電極と、光が入射される一方の前記基板の入射面に対して角度 $\theta$  [deg] ( $0\leq\theta<90$ ) をなして前記基板の前記液晶層側に形成された一对の平行な屈折面を有し、入射光を一方の前記屈折面で屈折させた後に他方の前記屈折面で再度屈折させて出射光とする際に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる屈折部と、を備え、入射光に対する前記液晶層の前記液晶分子の屈折率変化を $\Delta n$ 、一方の前記基板の前記入射面へ前記入射面の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を $x$  [ $\mu\text{m}$ ] ( $x>0$ ) としたとき、一方の前記基板の前記入射面へ入射する入射光の前記入射面の法線に対する入射角度 $\alpha$  [deg] が、

$$\alpha \leq |a\theta + b|$$

$$a = -0.7\Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6/x) - 19$$

の関係を満たすことにより、一对の屈折面で屈折して平行移動した光路の目標の平行移動量からのずれ量を、目標の平行移動量の $10\%$ 以内に抑えることができる。

## 【0076】

請求項2記載の発明の光偏向デバイスによれば、一对の透明な基板と、前記基板間に挟まれて電界により入射光に対する屈折率の制御が可能な液晶層と、前記基板間に設けられて前記液晶層の液晶分子を配向させる配向膜と、前記液晶層に対して電界を発生させる一对の電極と、光が入射される一方の前記基板の入射面に対して角度 $\theta$  [deg] ( $0\leq\theta<90$ ) をなして前記基板の前記液晶層側に形成された一对の平行な屈折面を有し、入射光を一方の前記屈折面で屈折させた後に他方の前記屈折面で再度屈折させて出射光とする際

に、出射光を入射光に対して平行とすることで光路を平行移動させる屈折部と、を備え、一方の前記基板の前記入射面へ入射する入射光の前記入射面の法線に対する入射角度を  $\alpha$  [deg]、入射光に対する前記液晶層の前記液晶分子の屈折率変化を  $\Delta n$ 、一方の前記基板の前記入射面へ前記入射面の法線方向から入射する入射光に対する光路の平行移動量を  $x$  [ $\mu\text{m}$ ] ( $x > 0$ ) としたとき、前記角度  $\theta$  が、

$$\theta \leq -(\alpha + b) / a$$

$$a = -0.7 \Delta n + 0.35$$

$$b = (11.6 / x) - 19$$

の関係を満たすことにより、一对の屈折面で屈折して平行移動した光路の目標の平行移動量からのずれ量を、目標の平行移動量の 10% 以内に抑えることができる。

10

【0077】

請求項 3 記載の発明によれば、請求項 1 又は 2 記載の光偏向デバイスにおいて、前記液晶層は、表面安定化強誘電性液晶により形成されていることにより、配向変化において応答速度を速くすることができる。

【0078】

請求項 4 記載の発明によれば、請求項 1 又は 2 記載の光偏向デバイスにおいて、前記液晶層は、周波数に応じて誘電異方性が正または負に変化する 2 周波駆動液晶により形成されていることにより、周波数を切り替えることで液晶の配向状態を制御することができ、ラビングの弱い規制力で配向状態を初期配向状態に戻すよりも速い応答速度で配向状態を初期配向状態に戻すことができる。

20

【0079】

請求項 5 記載の発明によれば、請求項 1 又は 2 記載の光偏向デバイスにおいて、前記液晶層は、高分子分散型液晶により形成されていることにより、電圧制御により液晶の複屈折性を制御でき、無偏向の光をシフトさせることができる。また、高分子の規制力で液晶の配向を制御することができるので、配向変化において速い応答速度を得ることができる。

【0080】

請求項 6 記載の発明の画像表示装置によれば、画像情報に従って光を制御可能な複数の画素を二次元的に配列した画像表示素子と、この画像表示素子を照明する光源と、前記画像表示素子に表示した画像パターンを観察するための光学部材と、前記画像表示素子と前記光学部材との間の光路上に配置された請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 記載の光偏向デバイスと、前記光偏向デバイスを駆動して、画像フィールドを時間的に分割した複数のサブフィールド毎に前記画像表示素子と前記光学部材との間の光路を偏向する光路偏向制御手段と、を備えることにより、光偏向デバイスにより画像フィールドを時間的に分割した複数のサブフィールド毎の光路の偏向に応じて表示位置がずれている状態の画像パターンが表示され、画像表示素子の見掛け上の画素数が増倍して表示させる上で、請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 記載の光偏向デバイスを用いることにより、光偏向デバイスでの光路移動量のずれを少なく抑えることができ、光路移動量のずれによる画素の重なりなどによる表示画像の劣化を抑えることができ、高精細でコントラストの良い表示画像を得ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の光偏向デバイスの一実施の形態を示す断面図である。

40

【図 2】光偏向素子とその部分拡大図と併せて示す断面図である。

【図 3】光偏向素子の一部を拡大して示し、(a) は XZ 面による断面図、(b) は (a) における A' - A 線断面図である。

【図 4】光偏向デバイスの変形例を示す断面図である。

【図 5】光偏向素子の一部を拡大して示す断面図である。

【図 6】光の入射角度  $\alpha$  と光路シフト量  $x$  との関係を示すグラフである。

【図 7】光の入射角度  $\alpha$  による光路シフト量  $x$  のずれを示し、(a) は入射角度  $\alpha = 0$  のときの光路シフト量  $x$  を示す説明図、(b) は入射角度  $\alpha = \alpha_1$  のときの光路シフト量  $x$  を示す説明図、(c) は入射角度  $\alpha = \alpha_2$  のときの光路シフト量  $x$  を示す説明図である。

【図 8】光の入射角度  $\alpha$  と屈折面の傾斜角度  $\theta$  との関係を示すグラフである。

50

【図 9】傾き  $a$  と液晶分子の実効的な屈折率変化  $\Delta n$  との関係を示すグラフである。

【図 10】切片  $b$  と光路シフト量  $x$  との関係を示すグラフである。

【図 11】本発明の画像表示装置の一実施の形態を概略的に示す側面図である。

【図 12】画像表示装置を一部省略して示す斜視図である。

【図 13】画像表示装置による見かけ上の画素増倍を説明する説明図である。

【図 14】実施例 4 の液晶ドロップサイズと応答速度との関係を示すグラフである。

【図 15】実施例 5 の光偏向デバイスを示す断面図である。

【符号の説明】

1 光偏向デバイス

3, 4 基板

5 液晶層

5 a, 5 b 液晶層

6, 7 電極

9 入射面

10 屈折面

10 a, 10 b 屈折面

11 屈折部

12 基板（中間基板）

13 光偏向デバイス

21 画像表示装置

22 光源

24 画像表示素子

26 光偏向デバイス

27 光学部材（投射レンズ）

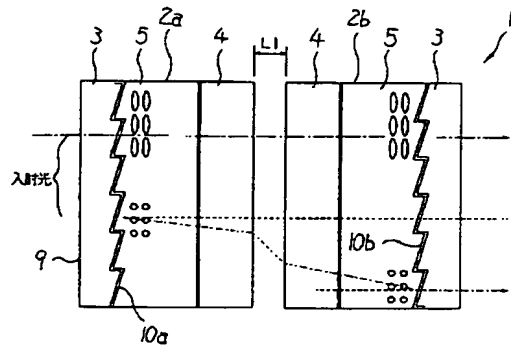
31 光路偏向制御手段（光偏向電圧制御手段）

41 光偏向デバイス

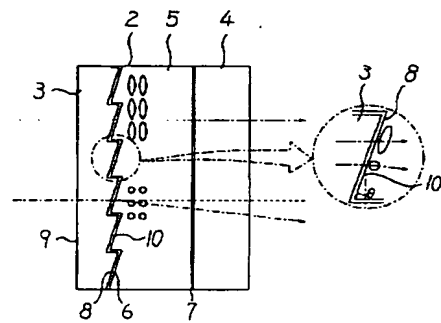
10

20

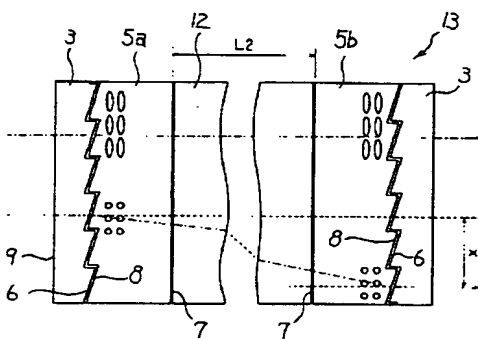
【図 1】



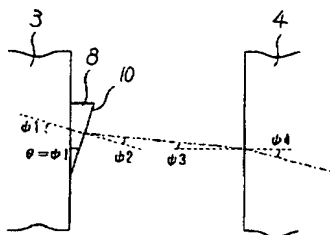
【図 2】



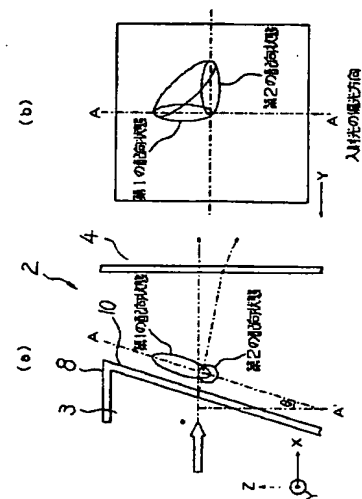
【図 4】



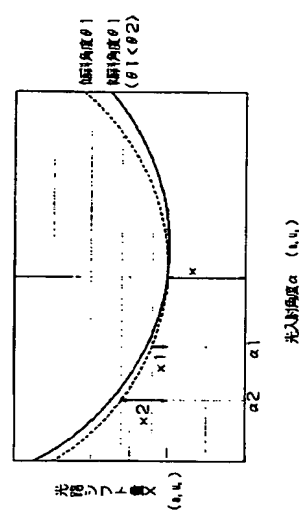
【図 5】



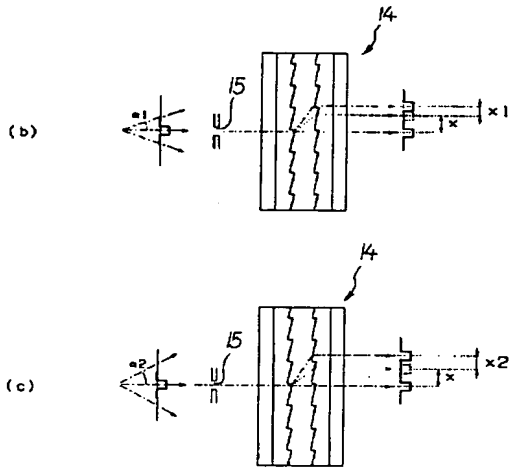
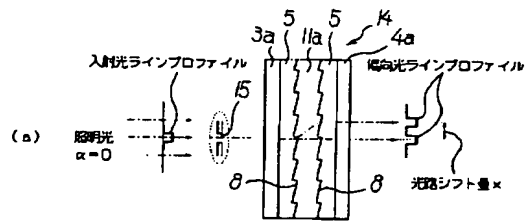
【図 3】



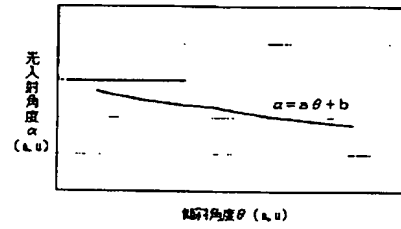
【図 6】



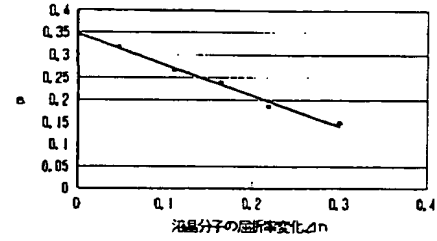
【図 7】



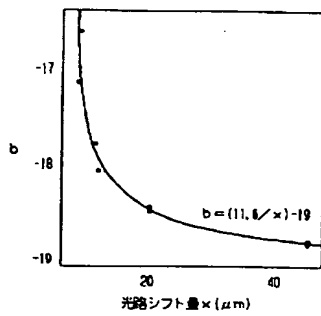
【図 8】



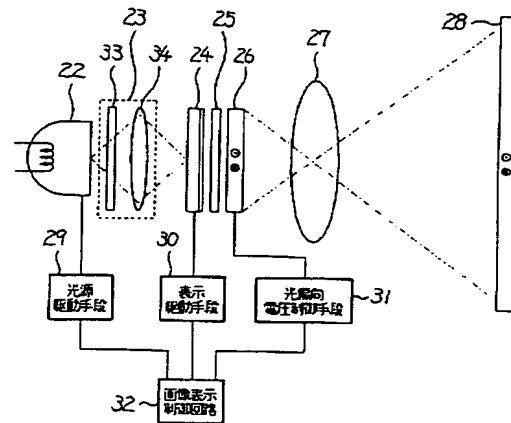
【図 9】



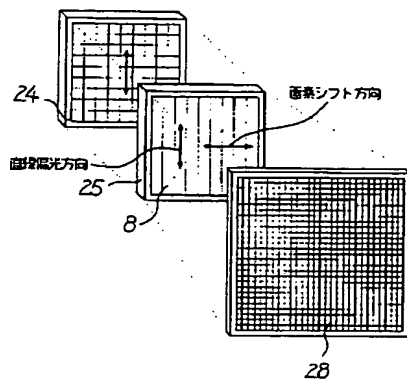
【図 10】



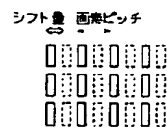
【図 11】



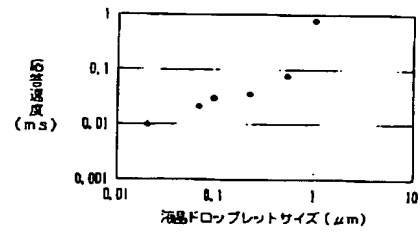
【図 12】



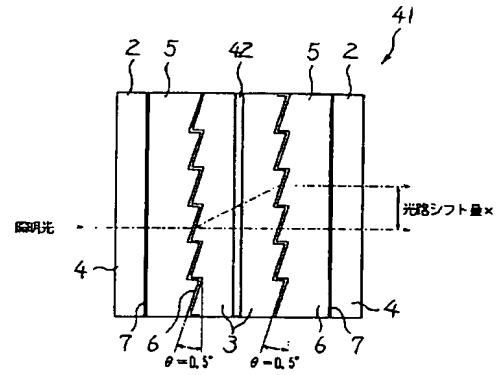
【図 13】



【図 14】



【図 15】



## フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 F 1/29	G 0 2 F 1/141	5 C 0 5 8
H 0 4 N 5/74	G 0 2 F 1/29	5 C 0 6 0
H 0 4 N 9/31	H 0 4 N 5/74	A
	H 0 4 N 9/31	C

(72)発明者 杉本 浩之  
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 二村 恵朗  
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 松木 ゆみ  
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

(72)発明者 鴫田 才明  
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

F ターム (参考) 2H088 EA45 FA19 HA01 HA03 JA04 JA17 KA16 KA25 KA30 MA20  
2H089 HA04 HA15 KA19 QA16 TA01 TA04 TA07  
2H090 HB08Y HC05 HD14 JA02 JA18 JC03 KA04 KA11 KA14 LA04  
MA02 MB01  
2H093 NA17 NA26 NC06 ND60 NE01 NE04 NF04 NF17 NG20  
2K002 AA07 AB04 BA06 CA14 DA14 EB08 HA03  
5C058 AB05 BA25 EA11  
5C060 BB13 DA10 DB03 HC00 JB06